

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE
PRESENTE A
L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAITRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR
CAROLE DION

LES MECANISMES NEURONAUX DE LA STEREOPSIE CHEZ LE CHAT

MARS 1986

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre premier - Contexte théorique et expérimental.....	4
Le phénomène stéréoscopique.....	5
Les mécanismes physiologiques.....	11
Les substrats physiologiques.....	14
Les aspects comportementaux.....	16
Hypothèses.....	19
Chapitre II - Description de l'expérience.....	20
Sujets.....	21
Appareils et procédure expérimentale.....	21
Expériences contrôles.....	34
Chapitre III - Analyse des résultats.....	41
Analyse des résultats : stéréopsie.....	42
Analyse des résultats : alignement oculaire.....	64
Analyse des résultats : périmétrie.....	77
Chapitre IV - Interprétation des résultats.....	82
Interprétation des résultats : stéréopsie.....	83
Interprétation des résultats : alignement oculaire.....	86
Interprétation des résultats : périmétrie.....	87
Conclusion.....	89

Appendice A - Table de hasard contrôlée de Gellerman.....	92
Appendice B - Résultats bruts : stéréopsie.....	94
Appendice C - Résultats bruts : alignement oculaire.....	168
Appendice D - Résultats bruts : périmétrie.....	184
Remerciements.....	195
Références.....	196

Six chats adultes ont été utilisés pour cette expérience. Ils ont tous été entraînés dans une boîte de Thompson et devaient discriminer entre une barre verticale et une barre horizontale selon les stéréogrammes de Julesz (1971).

Les résultats montrent que tous les animaux perçoivent la stéréopsie extraite des stéréogrammes de Julesz (1971). Les sujets ayant subi une section du chiasma optique ne sont plus en mesure de percevoir la stéréopsie, ce qui démontre l'importance du chiasma optique dans ce genre de vision. Par contre, les sujets ayant subi une section du corps calleux perçoivent encore la stéréopsie ce qui suggère que le corps calleux n'a que peu d'influence dans le phénomène de la vision stéréoscopique. De plus, les résultats démontrent que les différentes chirurgies pratiquées sur les sujets ne provoquent aucun strabisme qui pourrait interférer avec ce type de perception et que la section du chiasma optique entraîne, tel que prévu, une hémianopsie bitemporale, ce qui laisse la vision centrale intacte. La section du corps calleux n'a aucun effet sur l'étendue du champ visuel.

Introduction

La neuro-psychologie expérimentale s'acharne depuis de nombreuses années à saisir le fonctionnement et le rôle que joue chaque partie du cerveau humain. Afin de mieux comprendre cet organe si complexe, les chercheurs se servent de modèles expérimentaux fidèles. Les similitudes entre le fonctionnement nerveux de l'homme et celui de l'animal sont très nombreuses. Le travail expérimental avec des animaux permet donc de mieux saisir le fonctionnement du système nerveux humain.

Le système visuel est un des domaines d'investigation des plus explorés et des plus complexes. La présente étude porte sur une particularité de ce système. Il s'intéresse aux principales structures commissurales impliquées dans la stéréopsie ou plus explicitement, la perception de la profondeur.

Dès 1838, Wheatstone a observé que l'image qui se forme sur un des yeux est légèrement différente de celle qui se forme sur l'autre oeil. Chez l'homme comme chez la plupart des mammifères, ce phénomène est attribuable à la distance qui sépare les deux yeux. Cette différence entre les deux images rétiniennes, également appelée la disparité rétinienne horizontale, est analysée par le cerveau lors du processus de fusionnement ce qui produit la sensation de voir la profondeur, donc de voir en stéréopsie.

En 1959, de nouvelles techniques raffinées pour mesurer la stéréopsie furent inventées par Julesz. Il créa des stéréogrammes composés de points

au hasard qui éliminent tout indice monoculaire et aussi le phénomène de reconnaissance des stimuli. En 1970, soit 11 ans plus tard, les stéréogrammes de Julesz furent utilisés par Bough afin de démontrer la stéréopsie chez le singe macaque.

Le but de la présente étude est d'abord de vérifier si les chats normaux perçoivent la profondeur à l'aide des stéréogrammes de Julesz (1971). Ces figures nécessitent une intégration binoculaire de la part des sujets et empêchent toute utilisation d'indices monoculaires. De plus, la vision stéréoscopique requiert un alignement interoculaire parfait. C'est ainsi que dans le strabisme, une condition dans laquelle les axes visuels des deux yeux ne convergent pas sur l'objet regardé, la stéréopsie ne peut être accomplie. Donc, des mesures d'alignement oculaire seront calculées afin de s'assurer que la stéréoperception peut être faite. Dans un deuxième temps, ce projet tentera de déterminer l'importance relative de chacune des structures impliquées dans la stéréopsie. Etant donné que ce type de perception nécessite une intégration binoculaire, une section d'un des points de croisement de l'information sera effectuée. Certains animaux subiront une section du chiasma optique et d'autres une section du splénium du corps calleux. Enfin, en dernier lieu, tous les sujets auront le cerveau divisé (split brain), c'est-à-dire que les sujets ayant subi une section du chiasma optique subiront cette fois une section du corps calleux et ceux qui avaient subi une section du corps calleux en premier lieu subiront une section du chiasma optique.

Chapitre I
Contexte théorique

Ce premier chapitre portera sur le phénomène stéréoscopique et sur les mécanismes physiologiques qui y sont reliés. Il sera aussi question des contributions respectives du chiasma-optique et du corps calleux concernant le transfert de l'information visuelle.

Le phénomène stéréoscopique

A) La perception de la profondeur.

L'étude scientifique de la perception de la profondeur soulève encore aujourd'hui de nombreuses questions dûes à la complexité du phénomène. Tout comme au dix-neuvième siècle, les chercheurs conservent encore des points de vue différents sur les éléments de base de la perception d'un espace tridimensionnel et sur la nature des processus qui déterminent cette expérience. La perception de la troisième dimension reste encore énigmatique comme le soutient Day (1966) dans son ouvrage sur la perception : "La rétine de l'oeil représente une surface alors que l'expérience visuelle que l'on a du monde est tridimensionnelle". La complexité du phénomène de la perception de la profondeur est dûe en majeure partie à la multitude d'indices et de sources d'information sensorielles perceptives comme l'explique Delorme (1982) dans son ouvrage sur la psychologie de la perception:

"Ces indices ont un effet cumulatif et un poids variable selon les situations et il n'est généralement pas possible, en dehors de situations créées en laboratoire et bien contrôlées, d'établir avec certitude lequel des indices a joué un rôle déterminant dans tel jugement perceptif."(p.107)

Mais quels sont ces indices? Quelle est l'importance relative de chacun d'entre eux? Delorme (1982) dénombre une douzaine d'indices sur lesquels se fondent la perception de la troisième dimension. Ces indices sont classés en deux groupes, soit: les indices dits binoculaires car ils résultent du fonctionnement conjoint des deux yeux et les indices monoculaires qui sont efficaces même avec la vision d'un seul oeil à la fois.

1. La vision binoculaire: ce type de perception, qui implique le fonctionnement des deux yeux de façon simultanées, donne deux sortes d'indices. Les premiers sont qualifiés de visuels comme les images doubles, la texture, la disparité, la stéréoscopie, etc... Et les seconds sont dits non visuels comme la convergence et l'accommodation qui impliquent respectivement les muscles oculomoteurs et les muscles qui contrôlent la courbure du cristalin.

2. La vision monoculaire: ce second type de perception, bien que moins important que la vision binoculaire, joue un rôle dans la perception d'indices de la profondeur. Lorsque l'on ferme un oeil, la vision tridimensionnelle n'est pas anéantie. Il demeure des indices importants comme le recouvrement, la position relative, le parallaxe de mouvement, les gradients de luminosité, etc., qui permettent de percevoir la profondeur.

Donc, la perception de la profondeur repose sur des indices binoculaires et monoculaires. Ils se combinent normalement pour former notre perception tridimensionnelle de notre environnement. Chaque indice nous fournit différentes informations qui permettent une vision adéquate.

C'est Charles Wheatstone en 1838, en créant une méthode de disparité artificielle entre deux images différentes sur les rétines des yeux, qui permit de faire la lumière sur le facteur à la base de la perception de l'espace tridimensionnel. Effectivement, Wheatstone a observé qu'une image qui se forme sur un des yeux est un peu différente que celle qui se forme sur l'autre oeil. Cette différence appelée la disparité rétinienne est due à l'espace entre les deux yeux (environ 70 mm. chez l'homme). Il inventa donc le premier stéréoscope qui lui permit de présenter séparément à chaque oeil, deux images séparées et légèrement différentes. (Voir figure 1).

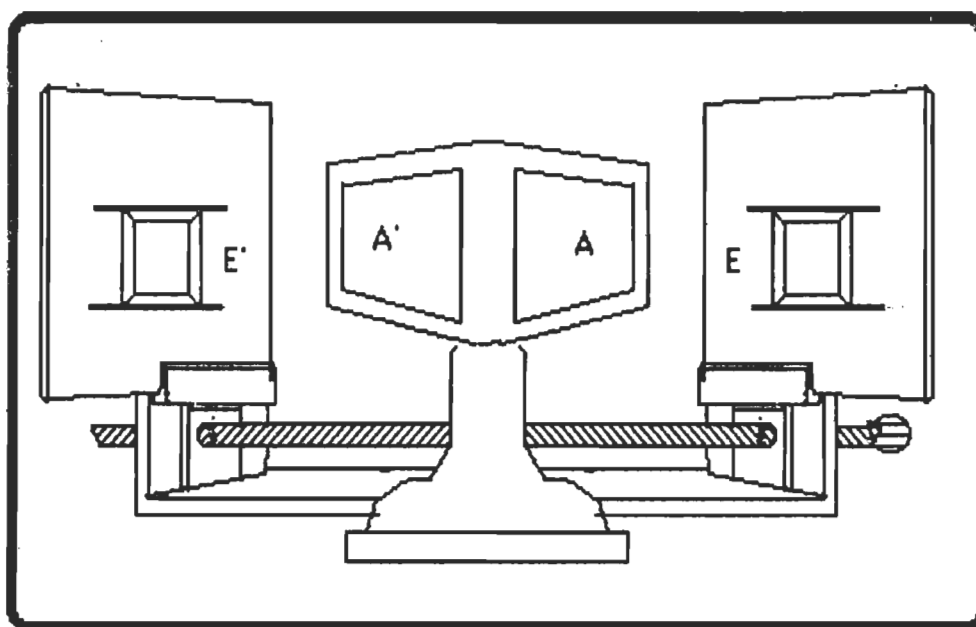


Figure 1. Stéréoscope à miroir de Wheatstone. Il est construit de façon à présenter indépendamment des images légèrement différentes à chacun des yeux. Les images disparates E et E' sont vues respectivement par chaque oeil à travers les miroirs A et A'. (D'après Boring, 1942.).

Son hypothèse, qui supposait qu'il obtiendrait grâce à son stéréoscope à miroir des effets frappant de relief et de profondeur, fut vérifiée.

Afin de rendre le phénomène encore plus explicite, la figure 2 présente une façon différente de celle du stéréoscope de percevoir des images légèrement différentes l'une de l'autre. Il s'agit de placer un carton opaque entre les deux images et du fait même entre les deux yeux, de relâcher l'accommodation oculaire en faisant converger les deux yeux vers un point situé derrière la surface. Ce stéréogramme devrait donner à celui qui le regarde, une impression de profondeur.

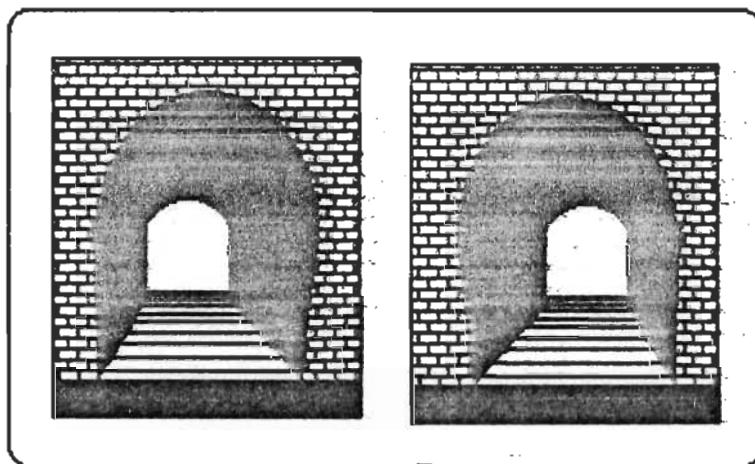


Figure 2. Stéréogramme qui donne l'impression de profondeur.

Mais la question se pose alors aux chercheurs, est-ce que la vision stéréoscopique est due uniquement à la disparité rétinienne? Faut-il inclure le fait que certains facteurs empiriques (nos expériences courantes) peuvent contribuer à influencer le relief et la sensation de profondeur?

C'est Bela Julesz (1965) du Laboratoire de la compagnie de Téléphone Bell qui, par une série de recherche, démontra que la familiarité n'est pas un facteur essentiel à la perception de la profondeur. Il inventa des stéréogrammes complètement dépourvus d'indices familiers et sans influence de vision monoculaire des objets vus en profondeur. Il construisit ses stéréogrammes à l'aide d'un ordinateur qui produisaient des points noirs et blancs distribués de façon aléatoire mais dont une partie centrale avait subi un décalage susceptible de produire une disparité. Lorsque les stéréogrammes sont vus monoculairement, l'observateur voit une texture uniforme. Lorsque les stéréogrammes sont vus dans un stéréoscope, une forme tridimensionnelle est perçue flottant au-dessus ou au-dessous du fond dépendamment de la direction du décalage. (Voir figures 3 et 4).

C'est ainsi que Julesz (1974) a démontré que , sous un contrôle rigoureux, la profondeur peut-être perçue en l'absence d'indices de profondeur monoculaire, d'indices familiers ou empiriques et de tous les indices de profondeur binoculaire sauf la disparité rétinienne.

B) Définition de la stéréopsie

Chez la plupart des mammifères, l'homme inclus, la séparation horizontale des yeux est telle que chaque oeil reçoit une image légèrement différente l'une de l'autre. Cette différence entre les deux images rétiniennes, également appelée la disparité rétinienne horizontale, est analysée par le cerveau lors du processus de fusionnement ce qui produit la sensation de voir la profondeur et le relief.

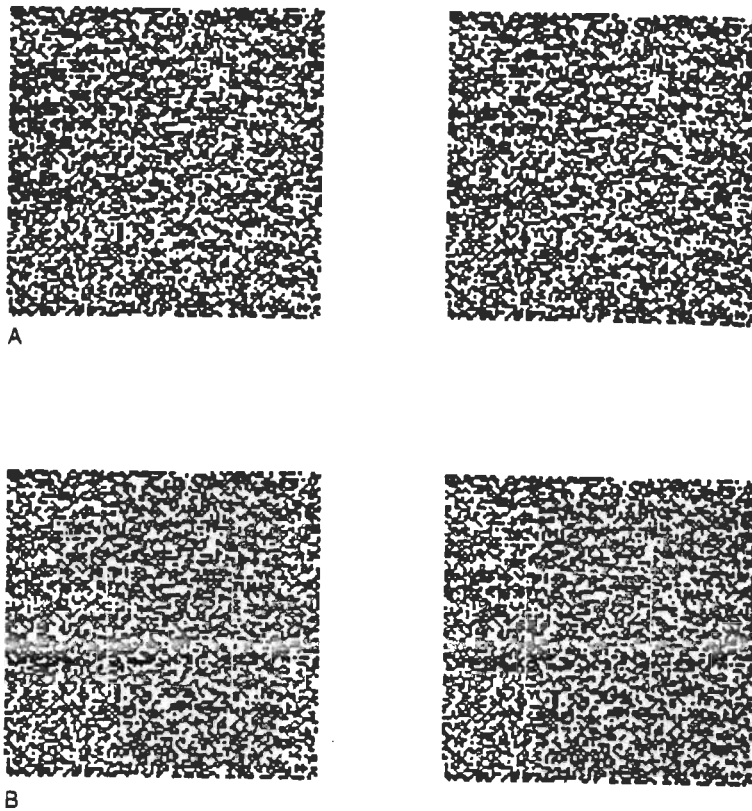


Figure 3. Figures de Julesz. A - Figure formée de point aléatoire. B - La différence entre les deux figures réside dans la portion centrale carrée

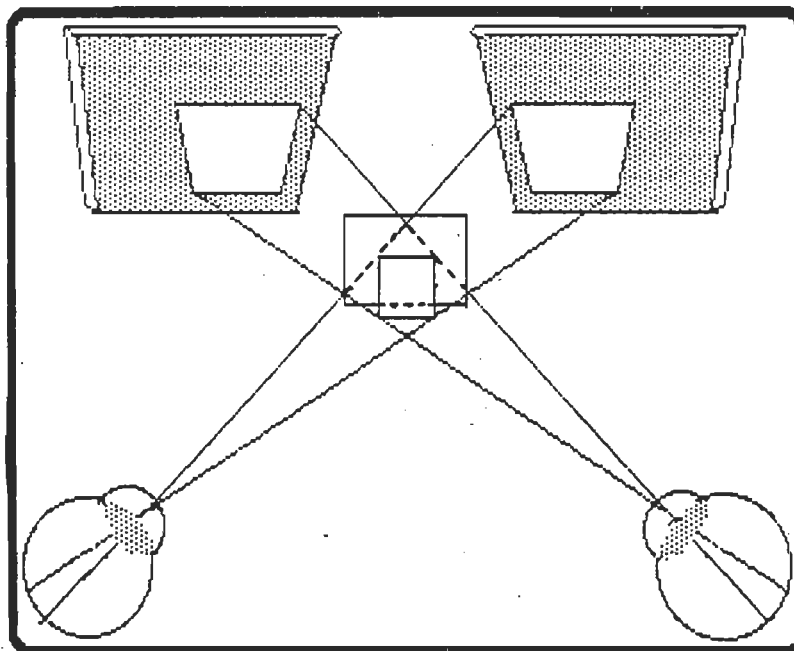


Figure 4. Lorsque les figures de Julesz sont vues binoculairement dans un stéréoscope, l'on obtient la perception d'une surface unique de laquelle se détache un carré central qui est vu en deçà du plan principal.

Les mécanismes physiologiques

Le cheminement de l'information visuelle.

Afin de mieux saisir les mécanismes de la vision, il importe de traiter du cheminement de l'information visuelle. Il sera question des mécanismes de l'oeil et de la rétine, puis du transport de l'information à travers deux grandes voies anatomiques (voie rétino-thalamique et voie transcaléuse) et enfin de l'analyse du processus de fusion qui provoque la sensation de relief faite par les cellules visuelles dites binoculaires.

A) Les mécanismes de l'oeil et de la rétine.

L'oeil est souvent comparé à un appareil photographique. Effectivement, tout comme l'appareil, l'oeil comporte une ouverture qui laisse pénétrer la lumière à l'intérieur. Il s'agit de la pupille. Le diamètre de cette ouverture est réglée par ce que l'on appelle en photographie, le diaphragme. Chez l'humain, c'est l'iris qui joue ce rôle. Située au fond de l'oeil, la rétine que l'on compare à la pellicule de l'appareil photo, reçoit une image inversée des objets. Le cristalin s'occupe de mettre cette image au point sur la rétine par une modification de la courbure de ce dernier (accommodation). La rétine qui est la première structure à recevoir l'information visuelle comporte des cellules réceptrices comme les cônes (vision diurne et des couleurs) et des bâtonnets (vision nocturne). La fovéa, située au centre de la rétine est l'endroit où l'acuité visuelle est la meilleure. Puis, l'image projetée sur la rétine provoque une stimulation des diverses couches de cellules telles: les ganglionnaires, amacrines, bipolaires et horizontales qui produisent certaines modifications et interactions du message. Enfin, l'information est acheminée vers le nerf optique.

B) Le transport de l'information par la voie rétino-thalamique.

Mais qu'arrive-t-il au message visuel après le nerf optique? Le nerf optique est en quelque sorte un gros faisceau de fibres. Les fibres des moitiés nasales des rétines se croisent pour former le chiasma optique. Celles des moitiés temporales des rétines restent ipsilatérales, c'est-à-dire qu'elles ne croisent pas. (Berlucchi et al. , 1969; Hubel et Wiesel, 1967, 1969; Sprague et al. , 1979). Les fibres qui croisent au niveau du chiasma optique produisent des projections renversées des champs visuels sur les hémisphères. Carpenter (1977) explique ce phénomène:

"Dans la vision binoculaire, chaque champ visuel, droit ou gauche, est projeté sur des portions de chaque rétine. Ainsi, les images des objets dans le champ droit de vision sont projetées sur la moitié nasale droite et sur la moitié temporale gauche de la rétine. Dans le chiasma, les fibres de ces deux portions rétinienne sont combinées pour former la voie optique gauche, laquelle représente le champ visuel droit complet. Par cet arrangement, tout le champ visuel droit est projeté à l'hémisphère gauche, et le champ visuel gauche sur l'hémisphère droit."

L'information visuelle chemine donc de la rétine vers le nerf optique, puis passe par le chiasma optique pour enfin rejoindre les aires visuelles. Toutefois, avant que l'information atteigne les aires de la vision, elle s'attarde à quelques relais dont les corps genouillés externes (C.G.E.). Dans ces relais, il est possible d'observer des afférences binoculaires (Bishop et al. , 1959) dont il sera question un peu plus loin.

C) Le transport de l'information visuelle par la voie transcallosale.

Une seconde route de transport de l'information visuelle, bien que moins importante que l'acheminement rétino-thalamique décussant au niveau du chiasma optique, est la voie transcallosale. Cette deuxième source d'activation est formée des afférences rétino-thalamiques ipsilatérales (la partie des fibres qui ne se croisent pas) et des afférences callosales qui proviennent du cortex contralatéral.

C'est Myers, par une série d'études, qui démontra la contribution du corps callosal dans le transfert de l'information visuelle. Après avoir fait apprendre à des chats normaux à discriminer en vision monoculaire (un oeil bouché) entre deux stimuli différents, il démontra que si l'oeil utilisé lors du premier apprentissage était par la suite fermé, l'animal était quand même capable de discriminer avec l'oeil non-entraîné. Il répéta la même expérience mais avec des chats chiasmatisés et obtient des résultats identiques. Puis, chez ces même sujets il pratiqua une section du corps callosal. Il observa alors que ses animaux n'étaient plus en mesure de discriminer. Le transfert interoculaire de l'apprentissage n'est plus possible. Ceci démontre que le transfert interoculaire observé chez les chats chiasmatisés est un transfert interhémisphérique et que le corps callosal en est le médiateur.

Les substrats physiologiques

Mais dans le cerveau, existe-il des cellules de la profondeur?

Effectivement, des études ont démontré que les cellules corticales binoculaires sont responsables de la vision de la profondeur. Ces cellules binoculaires reçoivent leur information combinée par les deux yeux à travers les deux voies anatomiques expliquées antérieurement, soit: la voie rétino-thalamique décussant au niveau du chiasma optique et la voie transcalleuse.

A) La contribution du chiasma-optique dans la binocularité.

Une section du chiasma optique crée une réduction substantielle du nombre de cellules binoculaires acheminées dans les aires 17 et 18 (Berlucchi et Rizzolatti, 1968) et les cellules binoculaires résiduelles reçoivent leur information de la voie transcalleuse (Berlucchi et al. , 1967; Hubel et Wiesel, 1967; Berlucchi et Rizzolatti, 1968; Innocenti, 1980; Lepore et Guillemot, 1982; Minciacchi et Antonini, 1984).

B) La contribution du corps calleux dans la binocularité.

Par contre, la contribution du corps calleux dans la binocularité n'est pas aussi claire que celle du chiasma optique et semble matière à débat. Certains auteurs démontrent une chute significative du nombre de cellules corticales binoculaires suite à une section du corps calleux (Payne et al. , 1980), d'autres n'observent aucun changement dans la binocularité (Lepore et al. , 1983; Minciacchi et Antonini, 1984). Contrairement aux sections

faites séparément chez des sujets différents, la combinaison des deux sections (corps calleux et chiasma-optique) chez le même sujet abolit complètement la binocularité corticale (Berlucchi et al. , 1983)

Une étude récente sur le rôle du corps calleux dans le transfert de l'information visuelle (Lepore et al. , 1985) a démontré qu'au niveau cellulaire, un nombre proportionnellement élevé de cellules semblent sensibles à la disparité binoculaire. Ils ont vérifié la sensibilité à la disparité des cellules du cortex visuel primaire des aires 17 et 18 chez des chats normaux ainsi que chez des animaux chiasmatisés dans le but de démontrer que les cellules binoculaires activées en partie par le corps calleux étaient sensibles à la disparité spatiale. Ils ont utilisé une méthode d'enregistrement conventionnelle à l'exception du fait que deux stimulateurs visuels étaient utilisés. Chaque oeil pouvait donc être stimulé indépendamment de l'autre. Les résultats ont indiqué qu'une proportion importante des cellules situées dans les aires 17 et 18 du chat normal sont sensibles à la disparité spatiale. Elles sont de quatre types: DDE (détecteurs de disparité excitateurs), DDI (détecteurs de disparité inhibiteurs), DDC (détecteurs de disparité croisée) et DDD (détecteurs de disparité divergente). Chez le chat chiasmatisé, ils ont retrouvé les mêmes quatre types de cellules sensibles à la disparité. Seules leurs proportions différaient entre les deux groupes (environ 2/3 de celles obtenues chez les chats normaux). Les auteurs confirment la contribution calleuse à la perception de la troisième dimension.

Les aspects comportementaux

A) Les mesures de la profondeur.

Il y eu plusieurs tentatives de mesure de la profondeur en utilisant un appareillage varié comme la technique des ombrages (shadow casting) (Packwood and Gordon, 1975), la falaise visuelle (visual cliff) utilisée avec les bébés (Walk et Gibson, 1961; Cornwell et al. , 1976), l'appareil à saut (jumping-stand) (Mitchell et Timmey, 1982), les stéréogrammes lignés (line stereograms) (Fox et Blake, 1971). De cette variété de techniques comportementales pour mesurer la profondeur qui sont offertes, nous pouvons seulement supposer ce qui se passe chez le chat au niveau de la discrimination de la stéréopsie car la discrimination de certaines techniques n'est pas totalement exempte d'indices monoculaires (la falaise visuelle et l'appareil à saut) et d'autres techniques font appel à certaines configurations ou formes (technique des ombrages et stéréogrammes lignés).

Les stéréogrammes de Julesz par points au hasard (random-dot stereograms), présentés ultérieurement dans le même chapitre, semblent être une technique appropriée pour évaluer la stéréopsie globale chez les animaux car les stéréogrammes sont présentés en l'absence d'indices monoculaires, d'indices familiers de forme et d'indices binoculaires. Cette méthode d'évaluation fut démontrée adéquate dans une étude chez les singes sur la perception de la stéréopsie globale (Bough, 1970; Cowey et al. , 1975). Par contre, aucune technique comportementale ne fait état de l'évaluation de la profondeur chez le chat par cette méthode. Mitchell et Timmey (1982) mentionnent que le principal problème de l'utilisation d'une présentation anagraphique des stimuli comme ceux de Julesz est que les chats devraient être munis de lunettes ou de lentilles cornéennes afin de permettre le contrôle de la séparation des stimuli visuels des deux yeux.

B) La condition de l'alignement oculaire dans la vision stéréoscopique.

La perception de la stéréopsie requiert un alignement interoculaire parfait entre les deux yeux. Les sujets doivent être en mesure d'effectuer une intégration neuronale des images qui sont légèrement différentes sur chaque rétine. C'est pourquoi qu'un prérequis nécessaire pour cet accomplissement est un alignement oculaire précis des deux yeux.

Le strabisme est une condition dans laquelle les axes visuels des deux yeux ne convergent pas sur l'objet qui est regardé. Donc, sous cette condition où l'alignement est inapproprié, la stéréopsie ne peut être réussie et perçue.

Elberger (1979) s'est penchée sur le problème. Elle a examiné le rôle du corps calleux sur l'alignement oculaire. Elle a pratiqué une section du corps calleux chez des chats âgés entre 13 et 29 jours. Puis, après la neuvième semaine, elle s'aperçoit qu'elle a créé un strabisme divergent chez ces animaux.

C) Les effets des lésions sur la stéréopsie.

-Chez les humains:

Blakemore (1969) a testé un sujet ayant subi une lésion traumatique du chiasma-optique. Il demande au sujet d'évaluer la profondeur à partir d'un haploscope, dont les stimuli sont présentés sur les moitiés temporales des rétines. Ceci indique un stimulus de disparité convergente (croisée) qui donne normalement l'impression binoculaire d'être plus près de l'horoptère. En dépit de la lésion du chiasma-optique, le sujet rapporte une expérience de profondeur dans la direction présumée, c'est-à-dire avec une disparité convergente et est capable de faire des estimés corrects des distances

apparentes à partir de disparités différentes des stimuli. Les stimuli de disparité divergente (non-croisée), produisant normalement l'impression d'être en arrière du plan de référence, ne sont pas perçus par le sujet car ils sont projetés sur les moitiés nasales aveugles de la rétine.

Certains auteurs ont tenté d'élucider le rôle du corps calleux dans le phénomène de la stéréopsie. Une étude de Lassonde et al. (1982), sur les contributions du corps calleux dans la vision de la profondeur démontre que le corps calleux n'a qu'une contribution minimale à la stéréopsie. Une seconde recherche réalisé par Mitchell et Blakemore (1969) sur un sujet ayant subi une section complète du corps calleux et des commissures antérieures et hippocampiennes pour des raisons thérapeutiques, confirme les résultats cités plus haut.

-Chez les animaux:

Une étude de Lansdown (1981) suggère que des chats ayant subi une section du chiasma-optique sont toujours capables d'utiliser des indices binoculaires pour estimer la profondeur. Ceci indiquerait que la voie transcalleuse serait suffisante pour servir à la perception de la profondeur binoculaire. Il mesure les seuils monoculaires et binoculaires de la profondeur. Il utilise l'appareil à saut (jumping stand) pour évaluer ces seuils. D'après Lansdown (1981), les seuils binoculaires des chats chiasmatomisés sont moins bons que ceux des chats normaux, mais meilleurs que les seuils monoculaires. Donc, il s'avère que sous des conditions monoculaires, le chat chiasmatomosé est capable d'utiliser des indices tels que la grandeur relative et la densité des stimuli pour juger la profondeur. Lorsque les animaux sont testés comportementalement, ils utilisent donc les

indices. En plus de ces indices qui sont disponibles monoculairement sous des conditions binoculaires, l'indice de disparité rétinienne est ajoutée. Il est probablement question dans cette étude, de perception de distance plus que de stéréopsie, puisque les indices monoculaires sont conservés.

Les études comportementales effectuées jusqu'à maintenant sur la stéréopsie chez les animaux ont été nombreuses avec les primates. Les stéréogrammes de Julesz ont été utilisés avec ces animaux. Toutefois, d'après des études pré-citées au niveau physiologiques et électrophysiologiques, les chats possèdent des mécanismes anatomo-physiologiques nécessaires à la perception de la stéréopsie.

Hypothèses

Les différentes études précitées conduisent à proposer les hypothèses suivantes: **Le chat normal peut voir la stéréopsie basée sur la disparité rétinienne**. Etant donné que le chiasma-optique et que le corps calleux sont des contributeurs importants dans le phénomène de la binocularité corticale, il s'agit de déterminer l'importance relative de chacune de ces structures dans la stéréoscopie. Nous savons que le nombre de cellules binoculaires qui reçoivent l'information contralatérale par le chiasma-optique est plus grand que celles qui reçoivent l'information contralatérale par le corps calleux. Donc, **nous nous attendons à ce que la section du chiasma-optique entraîne un déficit marqué**. Par contre, la section du corps calleux, n'aura pas d'effet. Enfin, nous supposons que la section du chiasma-optique et du corps calleux (split brain) entraînera la perte totale de la binocularité corticale et abolira la perception stéréoscopique.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

Six sujets expérimentalement naïfs (D1, D2, D3, D4, D5 et D6) sont utilisés dans cette expérience: deux chats mâles et quatre chats femelles adultes pesant entre trois et cinq kilogrammes. De l'ensemble des sujets, cinq chats (D1, D2, D3, D4 et D5) sont employés au niveau post-opératoire. Ceci est dû au décès du sujet D6 suite à une pneumonie. Ils sont installés dans des cages individuelles et reçoivent eau et nourriture, ad libitum. La ration quotidienne de nourriture est contrôlée selon le niveau de motivation de l'animal. Les sujets sont en contact avec un nombre restreint d'individus: deux expérimentateurs et une technicienne préposée aux animaux. Ceci a pour but d'éviter que les animaux manifestent des réactions de peur et de stress causées par un trop grand nombre d'intervenants, ce qui pourrait nuire à leur performance.

Appareils et procédure expérimentale

A) Appareils

L'appareil utilisé pour l'expérimentation est une version modifiée de la boîte de Thompson. Le schéma de cet appareil est illustré à la figure 5. Il consiste en une boîte de plexiglas gris (longueur 120 cm, largeur 46 cm, hauteur 41 cm) divisée en trois parties, dont la hauteur et la largeur demeurent constantes. Il s'agit du compartiment de départ (longueur: 40 cm) dont l'intérieur est en forme d'entonnoir (largeur: 23 cm), de l'allée de décision (longueur: 57 cm) et de la sortie (longueur: 22 cm) séparée en deux sections identiques par une planche (longueur: 16 cm).

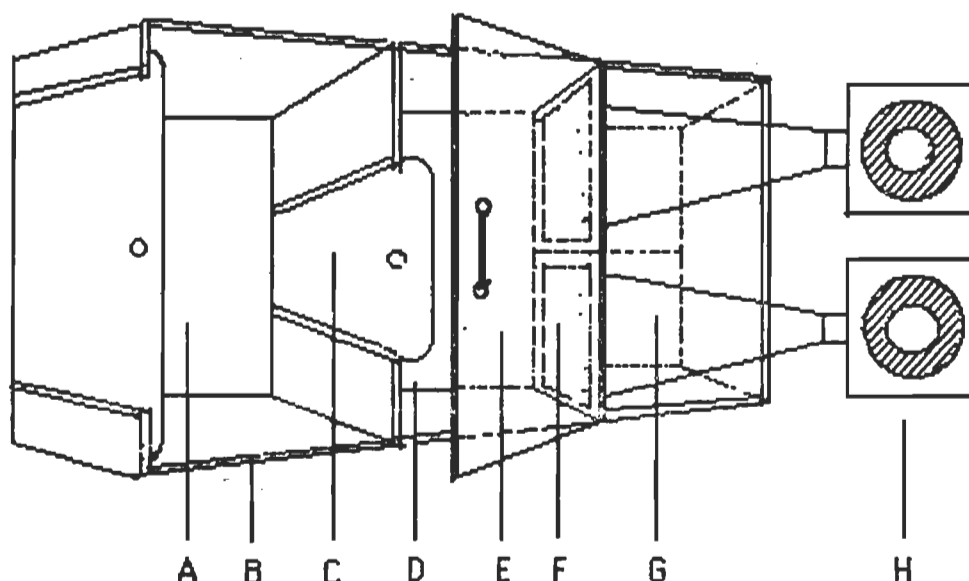


Fig. 5 - Schéma de l'appareil d'expérimentation. A - chambre de départ. B - panneau supérieur opaque. C - porte guillotine. D - allée de décision. E - panneau supérieur translucide. F - portes stimuli. G - chambre d'arrivée. H - projecteurs.

Le sujet est placé dans le compartiment d'attente de l'appareil pendant quelques secondes. Puis, l'expérimentateur soulève la porte guillotine opaque (largeur: 25 cm, hauteur: 44 cm), ce qui permet à l'animal de se diriger vers l'allée de décision au bout de laquelle se trouvent deux portes en plexiglas sur lesquelles sont projetés les stimuli (largeur: 21 cm, hauteur: 28 cm). Le chat doit alors choisir l'une des deux portes et la pousser pour sortir de l'appareil et ainsi obtenir un renforcement. Une tige de bois (hauteur: 5 cm, diamètre: 1 cm) est placée à deux cm devant la porte représentant le stimulus négatif, ce qui en empêche l'ouverture afin de faciliter l'auto-correction de l'animal.

a) Stimuli

Les stimuli utilisés pour l'entraînement sont reproduits à la figure 6 .
Quatre paires de stimuli sont présentés au sujet dans un ordre déterminé allant d'une tâche de discrimination élémentaire à une tâche plus complexe.

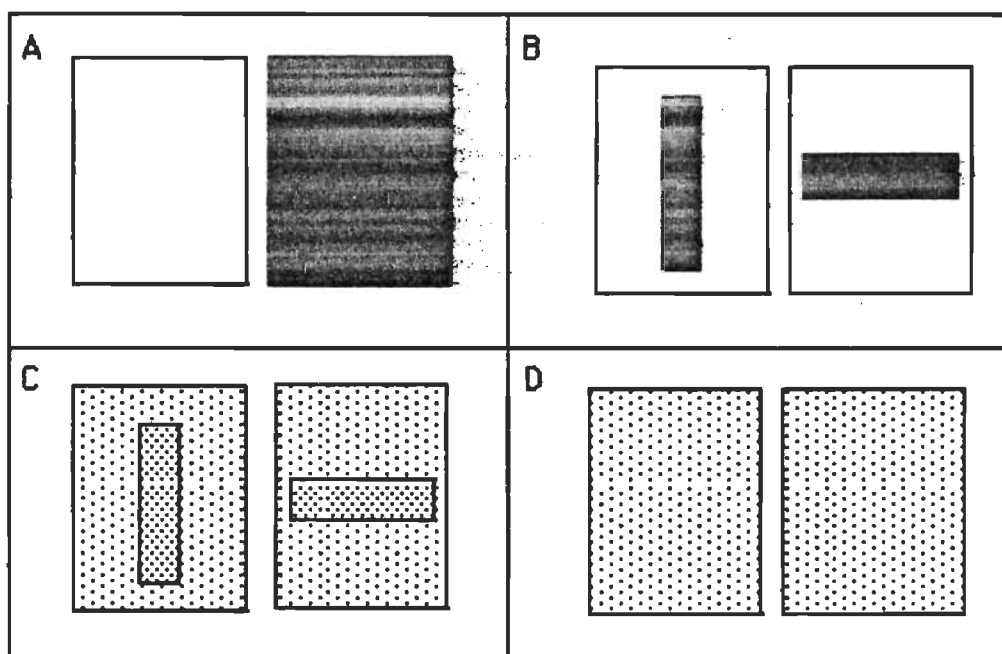


Fig. 6 - Paires de stimuli visuels utilisés lors des différentes conditions expérimentales. A - noir versus blanc. B - verticale versus horizontale. C - semi-stéréopsie. D - discrimination de la stéréopsie.

Les stimuli présentés à l'animal qui constituent le premier apprentissage, sont le noir versus la lumière (le noir est le stimulus positif). La seconde étape est représentée par une barre verticale noire sur fond blanc versus une barre horizontale noire sur fond blanc (la barre verticale noire sur fond blanc est le stimulus positif). La troisième série de stimuli ressemblent

aux barres verticales et horizontales, mais des gradients de texture ont été ajoutés (la barre verticale est le stimulus positif). Ces stimuli pseudo-stéréoscopiques ont été photographiés à partir du livre de Julesz (1971).

La dernière étape est la stéréopsie qui est extraite des stéréogrammes de Julesz. La stéréopsie n'est pas visible dans la figure 6, car pour réussir à percevoir l'effet de relief, deux images doivent être superposées afin de discriminer la barre verticale (stimulus positif) ou la barre horizontale.

Ces stimuli sont de type classique, c'est-à-dire qu'ils sont composés d'une matrice de 100 x 100 points. La disparité dans chaque paire de stéréogrammes est de 20' d'arc et déterminé lorsqu'ils sont vues à partir de la chambre d'entrée de la boîte de Thompson et correspond bien au seuil d'acuité démontré par Packwood et Gordon (1975).

Trente-six paires de diapositives de chaque partie des stéréogrammes sont utilisées pour minimiser les risques qu'un animal découvre un indice autre que le stimulus positif, pouvant lui permettre d'identifier la bonne réponse.

b) Système de projection et lentilles

Pour les trois premières tâches, deux projecteurs à diapositives Kodak de type "carroussel 650H" sont utilisés pour projeter les stimuli sur les portes de l'appareil (voir tableau 1). Ils sont situés en face de la boîte de Thompson à une distance de 60 cm. Chaque appareil projette un stimulus par transparence sur une des deux portes de sortie.

Tableau 1
Tâches de discrimination

-
- | |
|--|
| 1 - barre verticale versus barre horizontale blanc sur fond noir |
| 2 - barre verticale versus barre horizontale pseudo-stéréopsie |
| 3 - barre verticale versus barre horizontale pseudo-stéréopsie |
| 1200 essais de sur-apprentissage |
| 4 - barre verticale versus barre horizontale stéréopsie |
-

Pour la dernière tâche discriminative (barre verticale versus barre horizontale stéréopsie), quatre projecteurs à diapositives du même type que pour les tâches précédentes sont utilisés. Les projecteurs sont superposés deux par deux afin que chacun d'entre eux projette une partie du stéréogramme sur une même porte de la boîte de Thompson. Une calibration des projecteurs est effectuée avant chaque séance afin de minimiser tout risque d'indice monoculaires. Les lentilles des deux projecteurs du bas sont munies d'un

filtre vert (Wratten no 58) et celles des projecteurs du haut sont munies d'un filtre rouge (Wratten no 25a) tel que décrit par Fox et Blake (1971) et Packwood et Gordon (1975).

Chaque animal porte des lentilles sclérotiques adaptées à son oeil, de diamètre variant entre 17 mm à 19 mm dont l'ouverture varie de 8 mm à 10 mm, dépendamment du diamètre de la lentille (figure 7).

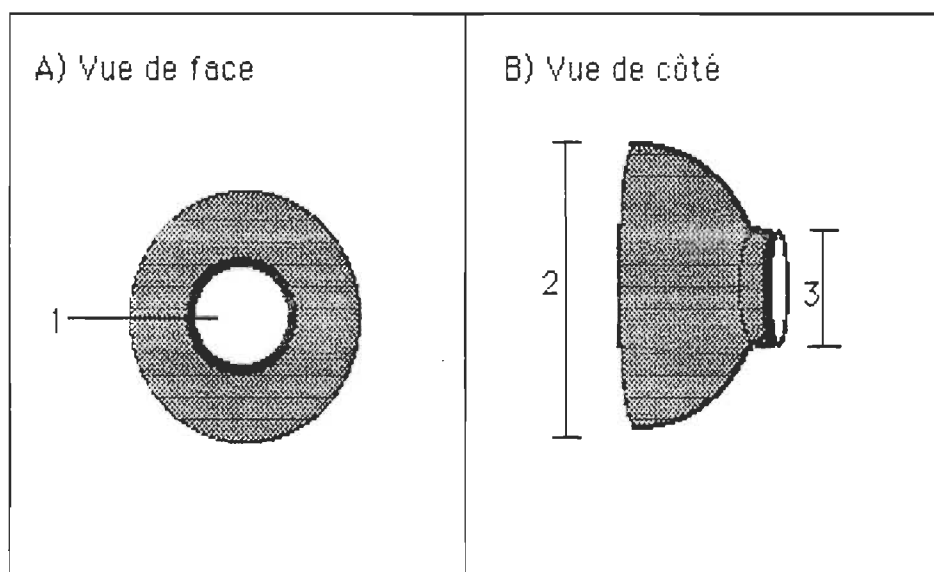


Figure 7 - Schéma des lentilles portées par les sujets lors de la discrimination stéréoscopique. A - Vue de face: 1-filtre (rouge: oeil droit ou vert: oeil gauche). B - Vue de côté: 2-diamètre variant entre 17 mm et 19 mm. 3-ouverture variant entre 8 mm et 10 mm.

Les lentilles sont aussi munies de filtres, soit un filtre vert (Wratten no 58) sur l'oeil gauche du chat et un filtre rouge (Wratten no 25a) sur l'oeil droit. C'est grâce à ces filtres de différentes couleurs que l'oeil gauche ne

perçoit que la partie du stéréogramme projetée en vert, et que l'oeil droit ne perçoit que la partie du stéréogramme projetée en rouge. La figure (barre verticale ou barre horizontale) apparaît alors en profondeur à travers les filtres chromatiques. Le stimulus apparaît en avant du fond, ce que l'on appelle la disparité croisée. Par contre, lorsque l'on inverse les filtres dans les lentilles du chat, c'est-à-dire mettre le filtre rouge dans l'oeil gauche et le vert dans l'oeil droit, les figures sont alors représentées derrière le fond et l'effet est renversé (Cowey et al. ,1975; Packwood et Gordon, 1975), ceci est appelé la disparité non-croisée.

Dans la présente étude, la disparité croisée est utilisée en accord avec les travaux de Cowey et al. (1975) et Packwood et Gordon (1975) qui ont démontré que les sujets avaient plus de facilité à discriminer de cette façon plutôt que de la façon inverse. Harweth et Boltz (1979) arrivent à des résultats semblables.

B) Procédure d'expérimentation

Les séances d'entraînement sont quotidiennes. Elles comportent 40 essais chacune et durent environ 30 minutes. Pour chaque essai, les stimuli sont déplacés sur les deux portes de façon à ce que le stimulus positif corresponde aux positions déterminées selon les tables de hasard de Gellerman (1933), (appendice A). Le stimulus positif est présenté 20 fois sur la porte de droite et 20 fois sur la porte de gauche; il y a aussi un nombre égal de présentations à gauche et à droite pour chaque bloc de dix essais. De plus, la position du stimulus positif pour chaque séance d'apprentissage débute dans une position donnée et se termine dans la position contraire et à l'intérieur d'un bloc de 40 essais, une même position n'est jamais présentée plus de trois fois consécutives. La porte qui représente le stimulus positif est laissée libre d'accès afin que le chat puisse atteindre le renforcement, c'est-à-dire un morceau de nourriture. L'autre sortie qui représente le stimulus négatif est verrouillée et empêche l'animal d'obtenir sa récompense. Lorsque le sujet sort toujours par la même porte et ce indépendamment des stimuli présentés, une correction de tendance est alors effectuée. Des essais supplémentaires avec présentation du stimulus positif sur la porte opposée à sa tendance seront faits jusqu'à ce que le chat réussisse à sortir du côté où est projetée l'image du stimulus positif. Pour chaque tâche de discrimination, l'animal doit réussir 36 bonnes réponses, c'est-à-dire sortir au moins 36 fois sur 40 par la porte qui représente le stimulus positif, pendant trois sessions consécutives de 40 essais avant de passer à une autre tâche. L'animal qui pousse sur la porte verrouillée, sur laquelle est présenté le stimulus négatif, peut corriger son erreur et sortir par la bonne porte et par conséquent, recevoir son renforcement. Mais dans ce cas, une erreur est quand même enregistrée sur la table de hasard.

a) Déroulement de l'expérience

Etape I

Les animaux se familiarisent avec le local et l'appareil d'expérimentation durant environ deux à trois jours à raison d'une demi-heure chaque fois. Cette étape constitue le façonnement et permet aux sujets d'explorer leur nouvel environnement sans contrainte expérimentale.

Etape II

Il s'agit de familiariser l'animal au processus de discrimination. Celui-ci est confronté à un stimulus simple: soit une discrimination d'intensité de luminosité présentée au sujet (noir versus blanc). La porte noire représente le stimulus positif et la porte blanche le stimulus négatif. Cet apprentissage s'effectue binoculairement et se poursuit tant que le critère décrit antérieurement n'est pas atteint. Il est important de souligner que cette étape permet également de vérifier si l'animal est en mesure de faire ou non un apprentissage de discrimination de tâches visuelles.

Etape III

Durant cette étape, tous les sujets sont soumis aux différentes tâches de discrimination visuelle. Ces étapes sont indiquées dans l'ordre chronologique de présentation aux animaux.

- 1 - barre verticale versus barre horizontale blanc sur fond noir
- 2 - barre verticale versus barre horizontale pseudo-stéréopsie
- 3 - barre verticale versus barre horizontale pseudo-stéréopsie
- 1200 essais de sur-apprentissage
- 4 - barre verticale versus barre horizontale stéréopsie

Etape IV

Lors de cette étape, des tests contrôle sont administrés à chacun des sujets afin de voir s'ils perçoivent vraiment la stéréopsie. Le test contrôle utilisé ressemble à celui de Bough (1970) et de Haverth et Boltz (1979), qui s'effectue avec les stéréogrammes réguliers qui représentent les barres verticales et horizontales. Il s'agit de mettre une lentille opaque soit sur l'oeil muni du filtre vert (oeil gauche) ou soit sur celui muni du filtre rouge (oeil droit). Comme il est essentiel pour percevoir la stéréopsie d'utiliser la vision binoculaire et que ce test s'effectue en présentation monoculaire, si l'animal ne discrimine pas grâce à des indices dans le stimulus, mais perçoit la stéréopsie, ses résultats devraient tomber au niveau du hasard.

Les tests contrôle s'effectuent de la façon suivante: l'on présente au sujet cinq blocs de 40 essais pour chaque oeil à raison d'un bloc par jour. Les dix premiers essais sont présentés stéréoscopiquement de façon régulière (stéréopsie), les dix suivants servent au test contrôle, c'est-à-dire que l'on place une lentille opaque sur un des deux yeux de l'animal, les dix autres essais sont présentés en stéréopsie normale (avec les deux yeux), et les dix derniers sont un autre contrôle.

Etape V

L'étape V consiste à pratiquer des chirurgies sur les sujets qui ont atteint les critères dans les différentes tâches de discrimination visuelle. Ces sujets sont répartis au hasard en deux groupes. La moitié des animaux subissent une section du chiasma optique (groupe 1) et l'autre moitié, une section du splénium du corps calleux (groupe 2). Par la suite, après le conditionnement post-opératoire des groupes un et deux, chaque sujet aura le cerveau divisé (split brain), c'est-à-dire que les animaux qui avaient subi comme première chirurgie une section du chiasma optique auront cette fois une section du splénium du corps calleux et ceux qui avaient subi une section du splénium du corps calleux auront une section du chiasma optique (groupe 3). (figure 8).

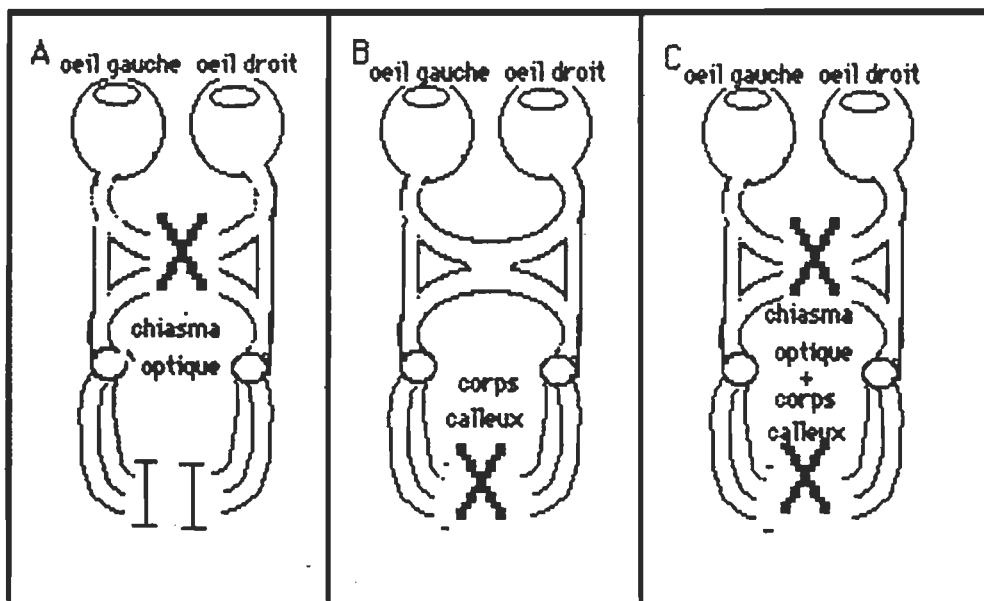


Figure 8- Schéma du système visuel et des sections effectuées selon les groupes de sujet. A - section du chiasma optique (groupe 1). B - section du splénium du corps calleux (groupe 2). C - cerveau divisé (split brain), section du chiasma optique et du splénium du corps calleux (groupe 3).

a) Méthode chirurgicale

L'animal subit d'abord une privation de nourriture de 24 heures avant la chirurgie. Ceci permet de prévenir les risques de vomissement provoqués par l'anesthésie ce qui pourrait bloquer ses voies respiratoires durant la chirurgie. Chaque intervention s'effectue dans des conditions d'asepsie partielle.

La première phase chirurgicale consiste en une injection sous-cutanée d'atropine (0,2 cc), qui a pour effet de provoquer une diminution des sécrétions bronchiques de l'animal. L'anesthésie s'effectue par injection intra-musculaire de chlorhydrate de kétamine (Kétaset, 10 mg/kg), et de la Xylazine (Rompum, 1 mg/lb). Lorsque l'animal est anesthésié, il est rasé puis installé sur l'appareil stéréotaxique David Kopf (modèle 1404). Les chirurgies sont exécutées à l'aide d'un microscope à dissection Zeiss (agrandissement 40X) et d'une pompe à suction.

La seconde phase chirurgicale consiste à effectuer une section soit du chiasma optique, soit du splénium corps calleux ou des deux (cerveau divisé, split brain). La section du chiasma optique se fait par une approche sous-palatine décrite par Myers (1956). La section du splénium du corps calleux s'effectue selon la méthode de Myers (1956) et de Trevarthen (1972).

La dernière phase chirurgicale consiste en la fermeture de la plaie et le retrait de l'appareil stéréotaxique. Enfin, l'animal reçoit un traitement post-opératoire d'antibiotiques (0,5 cc de pénicilline-streptomycine) répété au besoin. Puis une période de récupération d'environ deux semaines est accordée à chaque chat avant de reprendre les sessions d'apprentissage.

Etape VI :

Les sujets recommencent les étapes II à V inclusivement. Ainsi, ils devront atteindre de nouveau le critère pour la tâche noire versus lumière, barres horizontales versus barres verticales, pseudo-stéréopsie et stéréopsie. Un maximum de 1000 essais pour le retest est alloué à chaque animal, ceci constitue le critère de non-apprentissage.

Une seconde chirurgie est pratiquée sur chaque animal (voir étape V). Les animaux ayant subi une section du splénium du corps calleux subissent cette fois une section du chiasma optique et ceux qui ont eu une section du chiasma optique lors de la première chirurgie ont cette fois une section du splénium du corps calleux.

Expériences contrôles

Deux expériences ont été effectuées sur tous les sujets afin de contrôler certaines variables pouvant interférer avec la vision stéréoscopique. Il s'agit du calcul de l'alignement oculaire et de la périmétrie.

A) Corollaire 1 : Alignement oculaire.

Il s'agit de trois séances photographiques ayant pour but de mesurer l'alignement oculaire de chaque sujet. La première séance de photo est faite lorsque les animaux sont normaux (pré-opératoire), la seconde série de photo est prise après la première chirurgie (groupe 1 : section du chiasma optique et groupe 2 : section du splénium du corps calleux.) et la dernière séance eu lieu suite à la seconde chirurgie (groupe 3 : cerveaux divisé, split brain , section du chiasma optique et du splénium du corps calleux chez tous les sujets).

a) Matériel utilisé

L'animal est tenu sur une table par l'expérimentateur. La distance entre le centre de l'appareil photographique et la pupille de l'animal est de 635 mm. Une source lumineuse (fibre optique) est projetée dans un des deux yeux de l'animal et lorsqu'il regarde l'appareil photographique, plusieurs clichés sont pris. Le photographe utilise un appareil 35 mm de marque Olympus OM-2 monté sur trépied, muni d'un objectif Auto-macro F50 mm et d'un moteur qui prend 5 photos par seconde. Il utilise un film noir et blanc TRI-X 400 ASA. Le papier photographique utilisé pour les agrandissements est de marque Ilford multigrade II 20,3x25,4 cm. Deux réflecteurs 1000 watts à 45 degré sont utilisés pour l'éclairage. Quinze à 20 photographies sont prises et

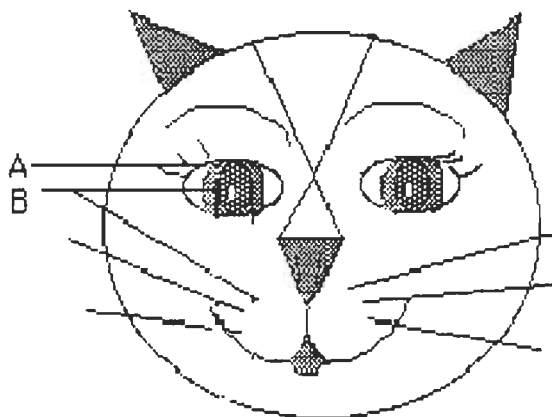
développées avec un révélateur D-76 concentré pour chaque animal, dont trois sont retenues et agrandies (rapport d'agrandissement = .12) pour le calcul de l'alignement oculaire. Une règle millimétrique Helios Fowler est utilisée pour les mesures.

b) Procédure

Pour chacune des trois photos choisies, trois mesures prises par trois expérimentateurs différents sont utilisées pour faire une moyenne afin de minimiser le risque d'erreur, car les mesures sont très précises (vingtième de millimètre). Toutes les mesures sont transcrites dans un tableau (voir appendice C) pour faciliter les calculs. La méthode de calcul utilisée est la suivante:

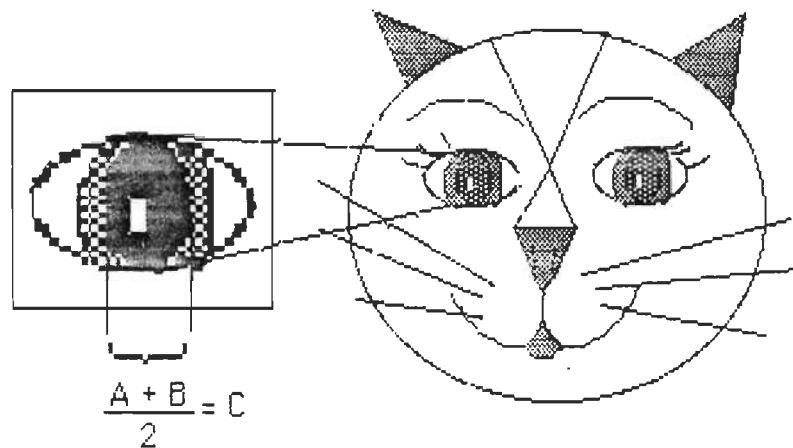
1. Choisir l'oeil central c'est-à-dire l'oeil (droit ou gauche) dans lequel le point lumineux est le plus au centre possible de la pupille. Dans l'exemple 1 l'oeil choisi est le droit. La pupille est identifiée par la lettre A et le point lumineux par la lettre B.

Exemple 1:



2. Il s'agit de trouver le centre de la pupille. Pour ce faire, tirer une ligne verticale chaque côté de la pupille comme l'indique l'exemple 2. La distance entre ces deux lignes (A et B) nous donne la largeur de la pupille et lorsque l'on divise cette valeur par deux nous obtenons le point zéro, c'est-à-dire le milieu de la pupille (C).

Exemple 2:



Si le point lumineux n'est pas au centre de la pupille ni dans l'oeil droit ni dans l'oeil gauche, alors l'expérimentateur choisit un oeil au hasard comme oeil central. Mais il est alors essentiel de faire un calcul de correction entre le point lumineux et le centre de l'oeil. Pour faire le calcul de correction, il s'agit de mesurer la distance entre le point milieu et le point lumineux.

3. Le calcul d'alignement oculaire pour l'autre oeil de l'animal, appelé "oeil dévié", s'effectue de la même manière que pour l'oeil central. Il s'agit de mesurer la largeur de la pupille, trouver le point milieu, faire le calcul de

correction entre le point lumineux et le point milieu de l'oeil, puis additionner les deux valeurs de correction trouvées pour chaque oeil ce qui nous donne la correction de déviation totale de l'agrandissement de la photo.

4. Etant donné que les photographies des animaux sont des agrandissements, il est essentiel de faire un ratio qui permet de mettre la correction de déviation de la photo sur la grandeur réelle de l'animal. Pour ce faire, cinq mesures des ailes du nez ont été prises par deux expérimentateurs différents avec la règle millimétrique sur l'animal réel et sur chaque photo agrandie de celui-ci et des moyennes furent tirées. Ensuite, une simple règle de trois entre la correction de déviation, l'agrandissement de la photo et la grandeur réelle de l'animal, nous donne la déviation moyenne réelle (voir exemple 3).

Exemple 3 :

A- Moyenne ailes du nez (photo)= 7.6 mm

B- Moyenne ailes du nez (réelle)= 4.25 mm

C- Correction de déviation (photo)= 3.15 mm

D- Correction de déviation (réelle) = ?

$$\text{Ratio} = A = B \quad B \times C = ? \quad \frac{4.25 \text{ mm} \times 3.15 \text{ mm}}{7.6 \text{ mm}} = 1.76 \text{ mm}$$

$$C = ? \quad A \quad 7.6 \text{ mm}$$

B) Corollaire 2 : Périmétrie.

La périmétrie permet de mesurer l'étendue du champ visuel des sujets et d'observer d'éventuelles pertes partielles ou étendues (scotome, hémianopsie, etc..) avant et après les chirurgies. Il est important de vérifier l'intégrité de ces zones du champ visuel en comparant les résultats périmétriques pré et post-chirurgicaux de chaque animal car la perception stéréoscopique des stéréogrammes de Julez s'effectue principalement grâce à la vision centrale.

a) Matériel utilisé

L'appareil utilisé est une table de bois en forme de demi cercle (hauteur: 76.2 cm, largeur: 243.8 cm, profondeur: 121.9 cm) munie de 11 trous (diamètre: 5 cm). (Voir figure 9). La distance entre les yeux du chat et chaque trou est constante (121.9 cm). L'écart entre chaque trou est de 29.5 cm et ils s'étalent de -5 à +5, ce qui correspond à 90 degré d'arc de chaque côté.

b) Procédure

L'animal est placé à la position décrite à la figure 10 et son regard est stimulé par un objet (crayon) sortant d'un des dix trous. Un succès est enregistré lorsque le sujet déplace correctement son regard dans la direction du stimulus et l'omission d'un déplacement ou un déplacement dans une mauvaise direction correspondent à un échec.

La présence de trois expérimentateurs est requise lors de chaque

séance de périmétrie. Le premier est situé face à l'animal de l'autre côté de la table périmétrique et note les réponses de déplacement du regard de l'animal vers le stimulus. Le second expérimentateur est situé sous la table et déplace silencieusement le stimulus d'un trou à l'autre selon une table de hasard pré-établie. Le troisième maintient le sujet dans une position stable au centre de la table afin de conserver la distance idéale entre les yeux du chat et les trous de la table périmétrique.

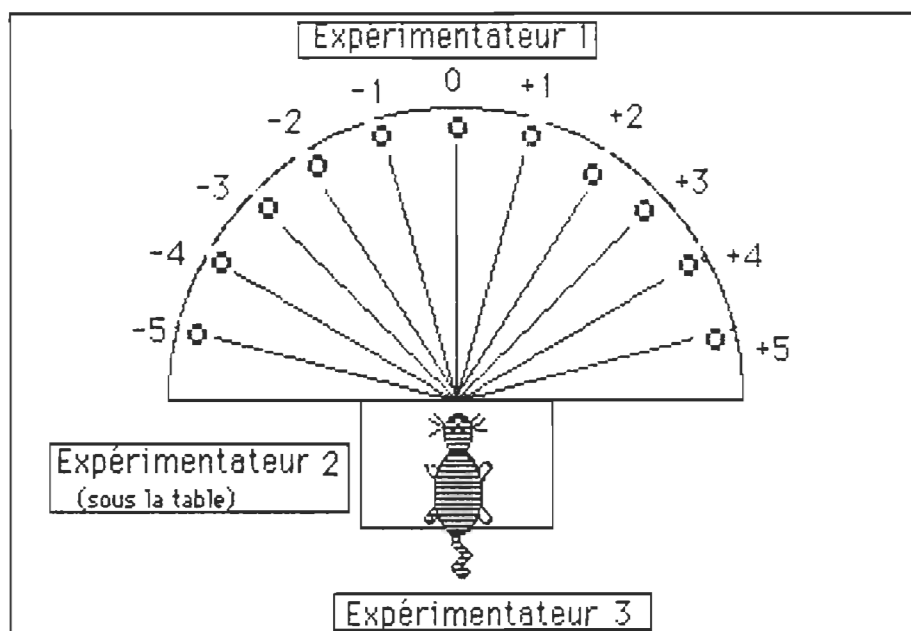


Figure 9 - Schéma de la table de périmétrie avec la position respective de chaque expérimentateur et la place du sujet.

Après chaque présentation d'un stimulus, le point zéro (point repère) est présenté pour situer la vision du chat dans la position centrale du champ. Pour chaque sujet, 50 essais, (cinq essais pour chaque degré. Exemple: 5 essais pour le degré -2) répartis au hasard, sont effectués. Ceci est fait en

vision binoculaire (50 essais avec les deux yeux) et en vision monoculaire (50 essais avec l'oeil droit bouché seulement et 50 essais avec l'oeil gauche bouché seulement). La vision monoculaire en périmétrie est obtenue de la même manière que pour les tests contrôles en stéréopsie (voir déroulement de l'expérience, étape IV).

Chapitre III
Analyse des résultats

Analyse des résultats: stéréopsie

A) Méthode d'analyse : stéréopsie

L'analyse des résultats porte sur la capacité d'apprentissage pré et post-opératoire des différentes tâches de discrimination visuelle chez six chats, dont trois d'entre eux ont subi une section du chiasma optique, deux autres une section du corps calleux (2/3 postérieur) et le sixième n'a subi aucune section dû à son décès.

Les résultats bruts (voir appendice B, p.94) sont obtenus lors des séances d'apprentissage de 40 essais. Le critère final d'apprentissage est atteint lorsque l'animal réussit un minimum de 36 bonnes réponses sur une possibilité de 40 essais (90% de réussite) et ce, pendant trois séances d'apprentissage consécutives au niveau pré-opératoire.

La méthode d'analyse comprend d'abord des courbes d'apprentissage permettant d'effectuer une analyse individuelle des résultats. Ces courbes sont obtenues en traçant le graphique du pourcentage des bonnes réponses en fonction du nombre d'essais. Le nombre d'essais est divisé en blocs de 40 essais et le pourcentage des bonnes réponses est calculé pour chaque bloc.

Enfin, la méthode d'analyse comprend un tableau comparant les apprentissages pré et post-opératoires de tous les sujets et quatre graphiques démontrant les performances pré et post-opératoires de tous les chats pour la tâche de discrimination de la stéréopsie, ce qui permet d'effectuer une analyse globale des résultats.

B) Résultats individuels : discrimination de la stéréopsie

Tous les animaux ont suivi le même type d'entraînement. Pour chaque chat, les résultats individuels sont représentés à l'aide de graphiques. Sur chaque graphique, les apprentissages pré-opératoires et post-opératoires pour chaque tâche de discrimination sont tracés. Les sujets sont distribués en deux groupes: le groupe A ayant subi une section du chiasma optique et le groupe B une section du splénium du corps calleux (2/3 postérieur).

a) Groupe A

1 - Sujet D-1

La figure 10 présente les performances du sujet D-1 dans les diverses étapes expérimentales. Au niveau pré-opératoire, l'animal est expérimentalement naïf et n'a subi aucune lésion. Au niveau post-opératoire, le sujet D-1 a subi une section du chiasma optique.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-opératoire), le critère d'apprentissage demandé est atteint en 280 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N-B), suite à une section du chiasma optique (CO) pour le sujet D-1, s'effectue en 200 essais (fig. 10A).

Les performances du sujet D-1 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noir sur fond blanc (V-H) et semi-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 10B et 10C. L'animal normal (pré-op.) réussit l'apprentissage de la première

discrimination (V-H) en 320 essais (fig 10B). Lors du retest (post-op), l'animal atteint le critère en une seule session (40 essais). La maîtrise de la seconde tâche de discrimination (S-S) s'effectue en 1160 essais pour l'animal normal (fig 10C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal opéré (post-op) s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet D-1 pour l'apprentissage de la discrimination visuelle de la stéréopsie (S) sont présentées à la figure 10D. L'animal normal (pré-op) atteint le critère final de réussite en 560 essais. Suite à la section du chiasma optique (post-op), l'animal ne réussit pas à atteindre de nouveau le critère d'apprentissage même après 1000 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet D-1 peut facilement discriminer N-B, suite à une section du chiasma optique (post-op). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage des tâches de discrimination plus complexes (V-H, S-S). Par contre, il apparaît que suite à la lésion du chiasma optique, le sujet D-1 n'est plus en mesure de ré-atteindre le critère de réussite pour la tâche de discrimination de la stéréopsie. Ces résultats confirment une partie de l'hypothèse de travail.

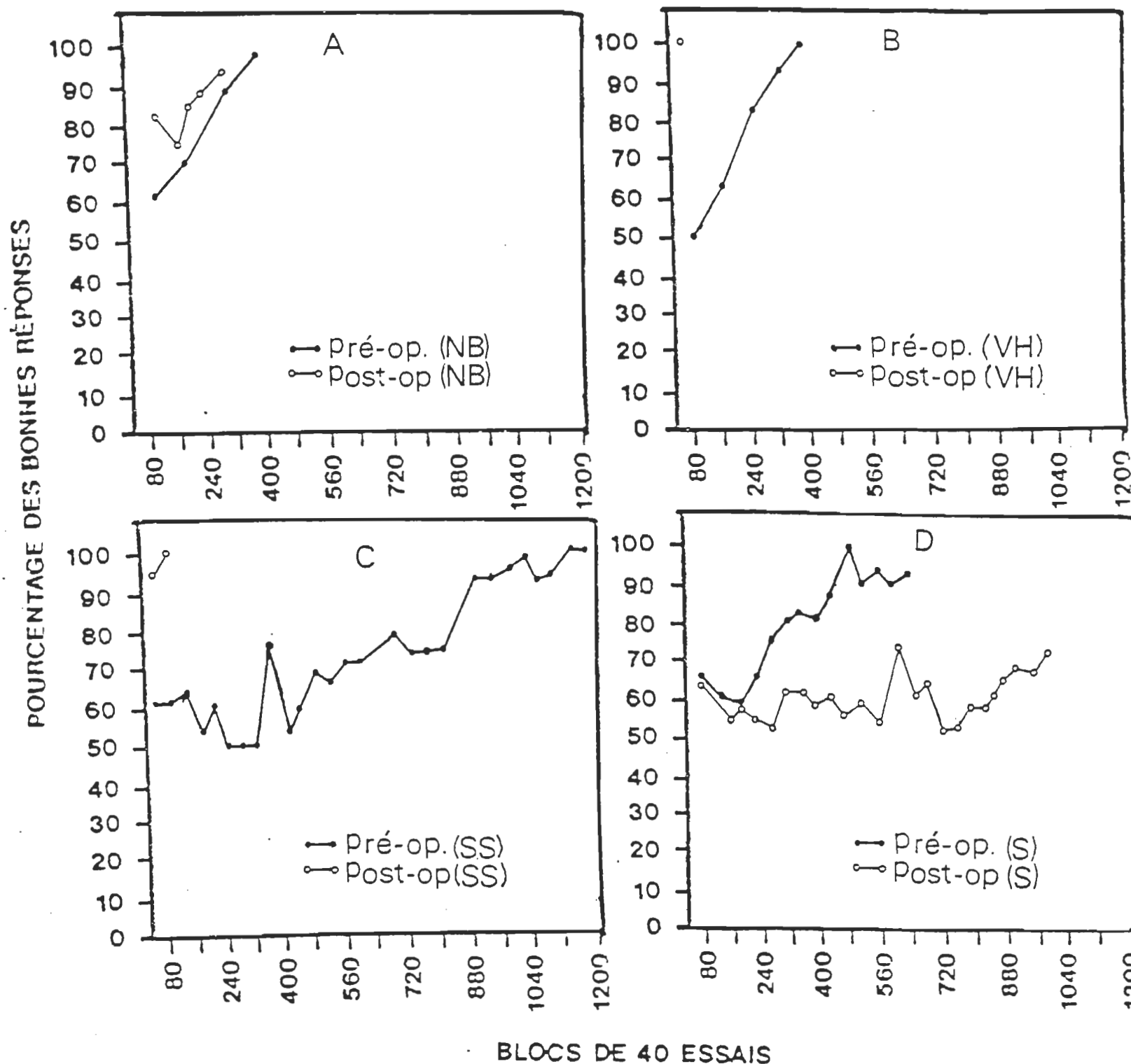


Fig. 10 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-1 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) et chiasmatomisé (post-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. et post-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op et post-op. D - discrimination stéréopsie (S) pré et post-op.

2 - Sujet D-2

La figure 11 présente les performances du sujet D-2 dans les diverses étapes expérimentales. Il s'agit du deuxième animal faisant partie du groupe A, c'est-à-dire qu'il a subi une section du chiasma optique (C-O) pour les tests post-opératoires.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-op), le critère de réussite est atteint en 240 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N-B), suite à une section du chiasma optique (CO) pour le sujet D-2, s'effectue en 120 essais (fig. 11A)

Les performances du sujet D-2 pour la compréhension de deux nouvelles discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noires sur fond blanc (V-H) et semi-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 11B et 11C. L'animal normal (pré-op) réussit à comprendre la première discrimination (V-H) en 280 essais (fig. 11B). Lors du retest (post-op), l'animal atteint le critère en 80 essais. L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination (S-S) s'effectue en 480 essais pour l'animal normal (fig 11C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal opéré (post-op) s'effectue en 80 essais seulement.

Finalement, les performances du sujet D-2 pour l'apprentissage de la discrimination visuelle de la stéréopsie (S) sont présentées à la figure 11D.

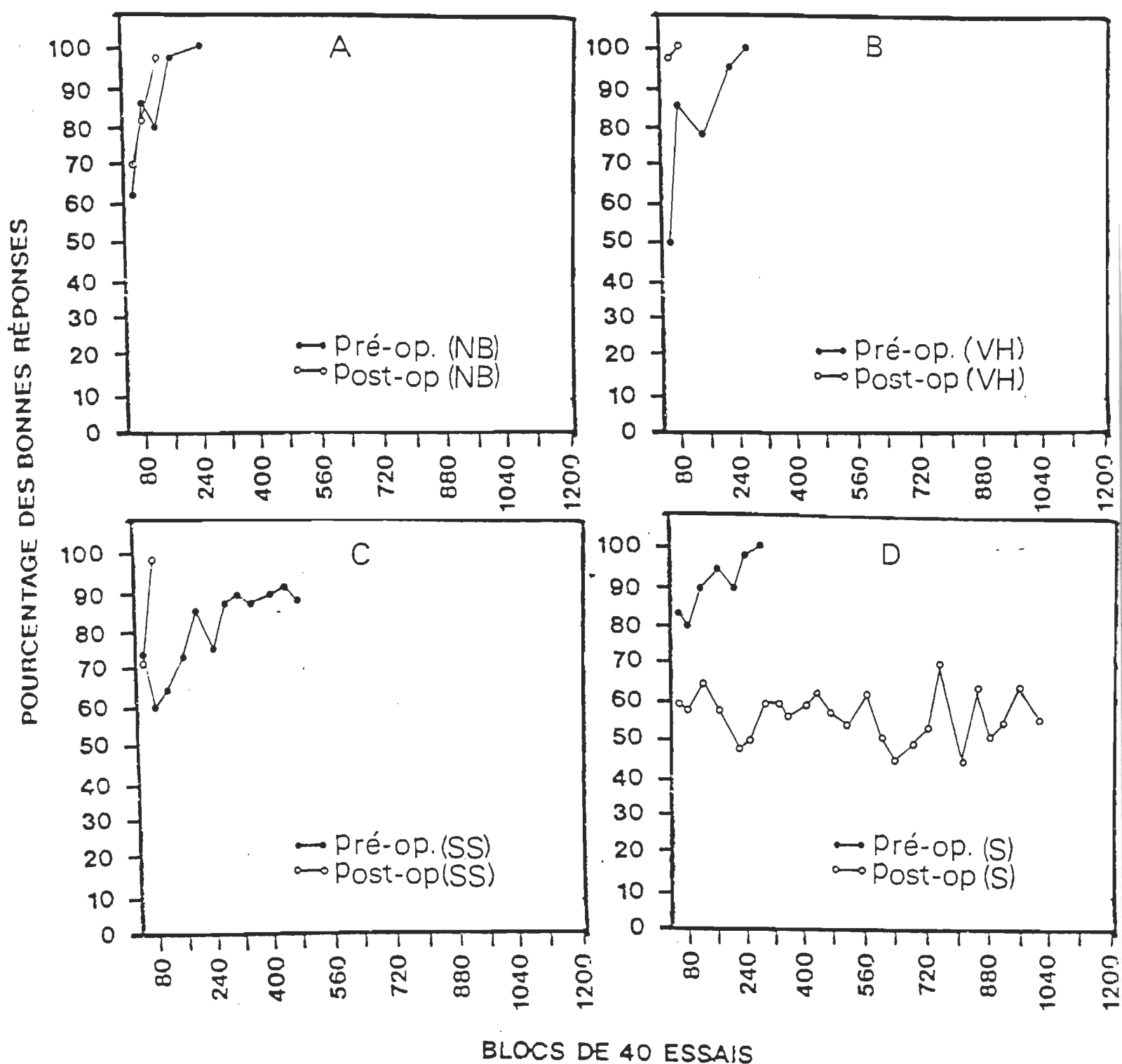


Fig. 11 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-2 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) et chiasmatomisé (post-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. et post-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op et post-op. D - discrimination stéréopsie (S) pré et post-op.

L'animal normal (pré-op) atteint le critère final en 280 essais. Suite à la section du chiasma optique (post-op), l'animal ne réussit pas à atteindre de nouveau le critère de réussite même après 1000 essais (fig. 11D).

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet D-2 peut facilement discriminer N-B, suite à une section du chiasma optique (post-op). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage des tâches de discrimination plus complexes (V-H, S-S). Par contre, il apparaît que suite à une lésion du chiasma optique, le sujet D-2 n'est plus en mesure de ré-atteindre le critère de réussite pour la tâche de discrimination de la stéréopsie. Ces résultats confirment une partie de l'hypothèse de travail.

3 - Sujet D-3

La figure 12 présente les performances du sujet D-3 dans les diverses étapes expérimentales. Il s'agit du troisième animal faisant partie du groupe qui ont subi une section du chiasma optique au niveau post-opératoire.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-opératoire), le critère de réussite demandé est atteint en 160 essais. Le retest de cette tâche (N-B), suite à une section du chiasma optique (CO) pour le sujet D-3, s'effectue en 80 essais seulement (fig 12A).

Les performances du sujet D-3 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noires sur fond

blanc (V-H) et semi-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 12B et 12C. L'animal normal (pré-op) réussit à comprendre la première discrimination (V-H) en 160 essais (fig 12B). Lors du retest (post-op), l'animal atteint le critère en une seule session (40 essais). L'apprentissage de la seconde tâche de discrimination (S-S) s'effectue en 920 essais pour l'animal normal (fig.12C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal opéré (post-op) s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet D-3 pour l'apprentissage de la discrimination visuelle de la stéréopsie (S) sont représentées à la figure 12D. L'animal normal (pré-op.) atteint le critère final en 920 essais. Suite à la section du chiasma optique (post-op), l'animal ne réussit pas à atteindre de nouveau le critère de réussite même après 1000 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet D-3 peut facilement discriminer N-B, suite à une section du chiasma optique (post-op.). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage des tâches de discrimination plus complexes (V-H, S-S). Par contre, il apparaît que suite à la lésion du chiasma optique, le sujet D-3 n'est plus capable de ré-atteindre le critère de réussite pour la tâche stéréoscopique. Ces résultats confirment une troisième fois une partie de l'hypothèse de travail qui veut que le chiasma optique joue un rôle important dans la vision de la stéréopsie.

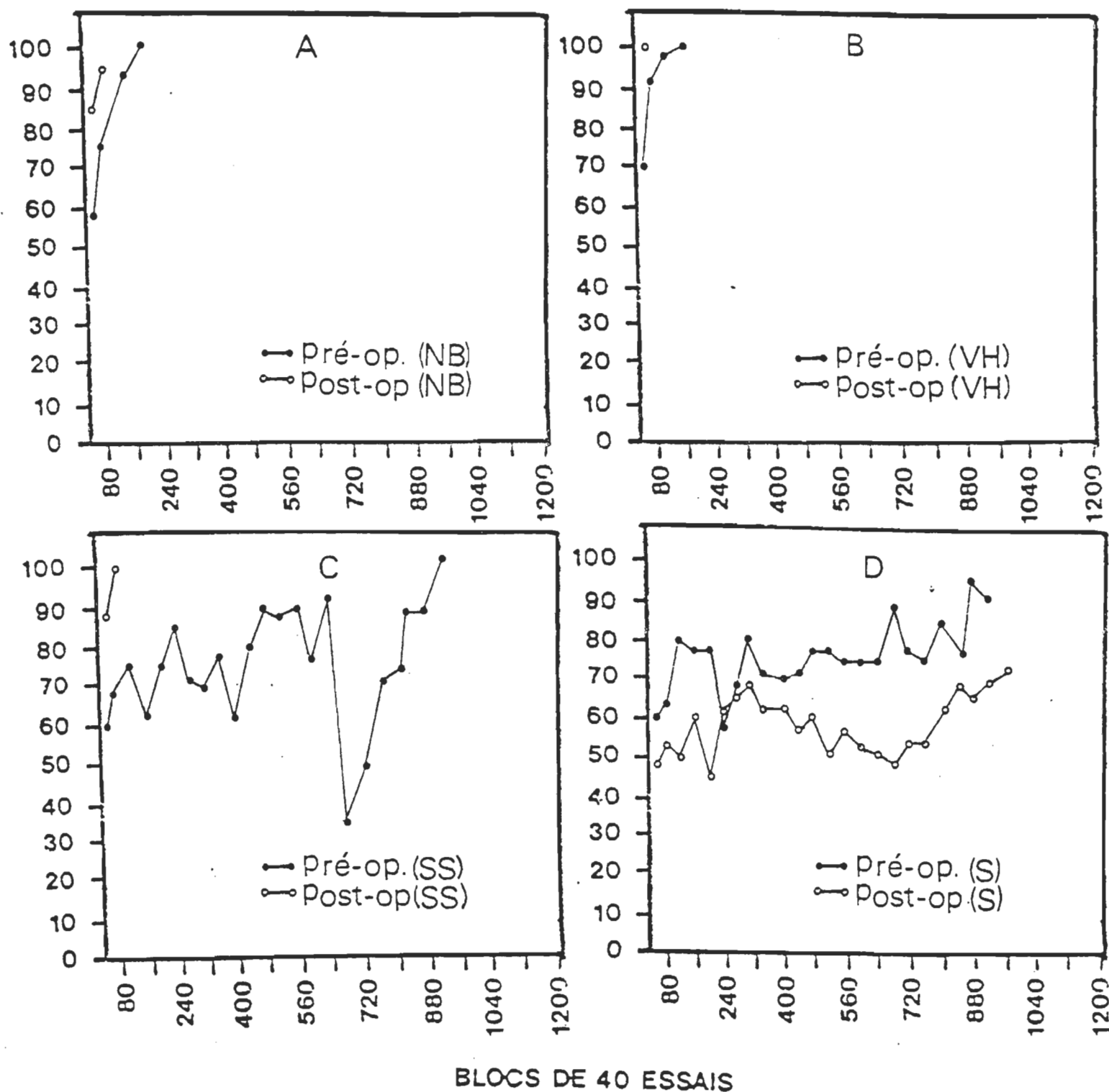


Fig. 12 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-3 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) et chiasmatomisé (post-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. et post-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op et post-op. D - discrimination stéréopsie (S) pré et post-op.

b) Groupe B

1 - Sujet D-4

La figure 13 présente les performances du sujet D-4 dans les diverses étapes expérimentales. Au niveau pré-opératoire, l'animal est expérimentalement naïf et n'a subi aucune lésion. Au niveau post-opératoire, le sujet D-4 a subi une section du splénium du corps calleux (2/3 postérieur).

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-opératoire), le critère de réussite est atteint en 280 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N-B), suite à une section des 2/3 postérieur du corps calleux (CC) pour le sujet D-4, s'effectue en 120 essais (fig. 13A).

Les performances du sujet D-4 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noires sur fond blanc (V-H) et pseudo-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 13B et 13C. L'animal normal (pré-op) réussit la première discrimination (V-H) en 320 essais (fig. 13B). Lors du retest (post-op), l'animal atteint le critère en une seule session d'apprentissage (40 essais). La compréhension de la seconde tâche de discrimination (S-S) s'effectue en 320 essais pour l'animal normal (fig. 13C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal opéré (post-op) s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet D-4 pour l'apprentissage de la discrimination visuelle de la stéréopsie (S) sont présentées à la figure 13D.

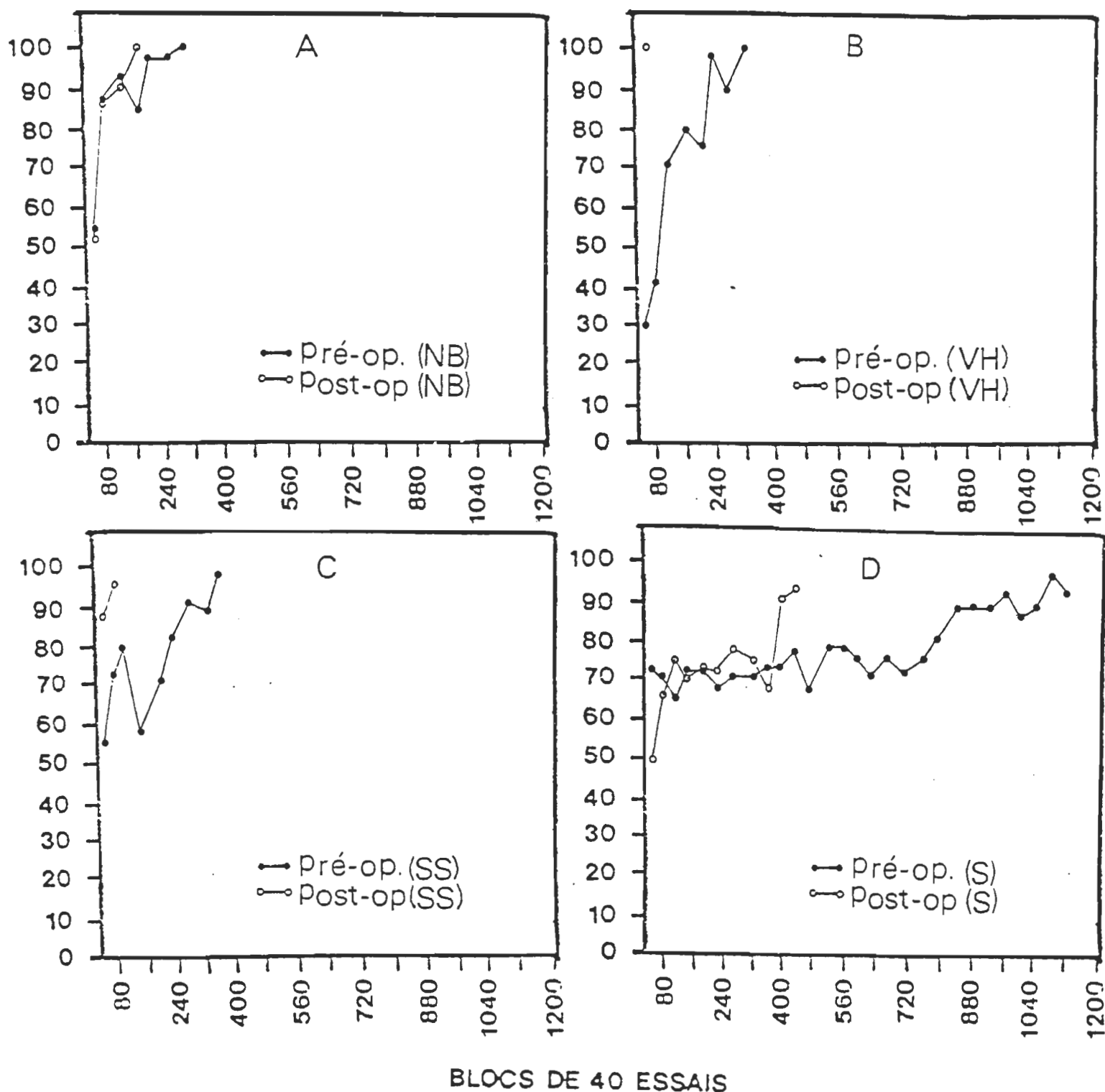


Fig. 13 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-4 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) et callosotomisé (post-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. et post-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op et post-op. D - discrimination stéréopsie (S) pré et post-op.

L'animal normal (pré-op) atteint le critère final de réussite en 1120 essais. Suite à la section des 2/3 postérieurs du corps calleux, l'animal atteint le même critère en 440 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet D-4 peut facilement discriminer N-B, suite à une section des 2/3 postérieur du corps calleux (post-op). De plus, cette lésion n'affecte en rien sa capacité de réapprentissage des tâches de discrimination plus complexes (V-H, S-S). Il apparaît également que le sujet D-4 puisse réussir de nouveau la tâche de discrimination de la stéréopsie même après avoir subi une section des 2/3 postérieur du corps calleux. Ces résultats confirment une partie de l'hypothèse de travail.

2 - Sujet D-5

La figure 14 présente les performances du sujet D-5 dans les diverses étapes expérimentales. Il s'agit du second animal qui fait partie du groupe B qui ont subi une section des 2/3 postérieur du corps calleux au niveau post-opératoire.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-opératoire), le critère de réussite demandé est atteint en 200 essais. Le retest de cette tâche de discrimination (N-B), suite à une section des 2/3 postérieurs du corps calleux (CC) pour le sujet D-5, s'effectue en 80 essais (fig. 14A)

Les performances du sujet D-5 pour l'apprentissage de deux nouvelles

discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noir sur fond blanc (V-H) et pseudo-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 14B et 14C. L'animal normal (pré-op.) réussit la première discrimination (V-H) en 200 essais (fig. 14B). Lors du retest (post-op.), L'animal atteint le critère en une seule session d'apprentissage (40 essais). La compréhension de la seconde tâche de discrimination (S-S) s'effectue en 280 essais pour l'animal normal (fig 14C). Le retest de cette tâche de discrimination pour l'animal opéré (post-op.) s'effectue en seulement 80 essais.

Finalement, les performances du sujet D-5 pour l'apprentissage de la discrimination visuelle de la stéréopsie (S) sont présentées à la figure 14D. L'animal normal (pré-op.) atteint le critère final en 1320 essais. Suite à la section des 2/3 postérieurs du corps calleux (post-op), l'animal réussit à ré-atteindre ce même degré de performance en 400 essais.

En conclusion, ces résultats montrent que le sujet D-5 peut facilement discriminer N-B, suite à une section des 2/3 postérieurs du corps calleux (post-op). De plus, cette lésion n'affecte pas sa capacité de réapprentissage des tâches de discrimination plus complexes (V-H, S-S). Il s'avère même que le sujet D-5 est capable de ré-atteindre le critère de réussite suite à une section des 2/3 postérieurs du corps calleux pour la discrimination de la stéréopsie. Ces résultats confirment encore une fois une partie de l'hypothèse de travail qui veut qu'une section du corps calleux n'interfère pas la vision de la stéréopsie.

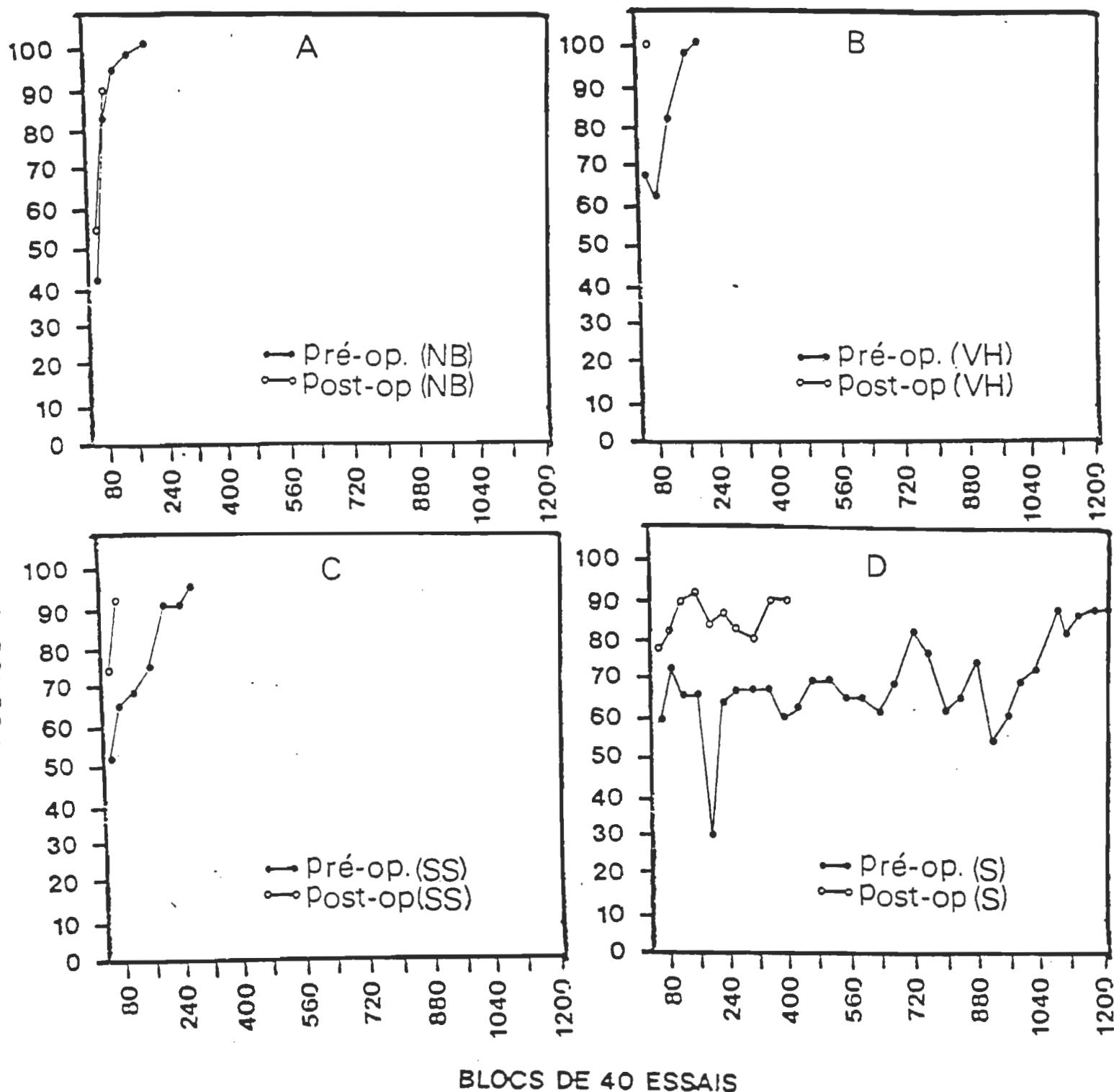


Fig. 14 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-5 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) et callosotomisé (post-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. et post-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op et post-op. D - discrimination stéréopsie (S) pré et post-op.

3 - Sujet D-6

La figure 15 présente les performances du sujet D-6 dans les diverses étapes expérimentales au niveau pré-opératoire seulement pour les tâches visuelles noir versus blanc (N-B), barre verticale versus barre horizontale noir sur fond blanc (V-H) et pour la pseudo-stéréopsie (S-S) étant donné que le sujet est décédé avant la fin de l'étude.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle noir versus blanc (N-B) pour l'animal normal (pré-opératoire), le critère d'apprentissage demandé est atteint en 320 essais (fig. 15A).

Les performances du sujet D-6 pour l'apprentissage de deux nouvelles discriminations soit: barre verticale versus barre horizontale noires sur fond blanc (V-H) et pseudo-stéréopsie (S-S), sont représentées à la figure 15B et 15C. L'animal normal (pré-op.) atteint le critère de la première discrimination (V-H) en 160 essais (fig. 15B). L'apprentissage de la seconde tâche (S-S) s'effectue en 520 essais (fig. 15C).

Dans l'ensemble, les résultats du groupe A et du groupe B confirment une partie de l'hypothèse, qui veut qu'une section du chiasma optique chez le chat commun normal interfère dans la vision de la stéréopsie et qu'une section des 2/3 postérieur du corps calleux n'affecte pas la vision stéréoscopique.

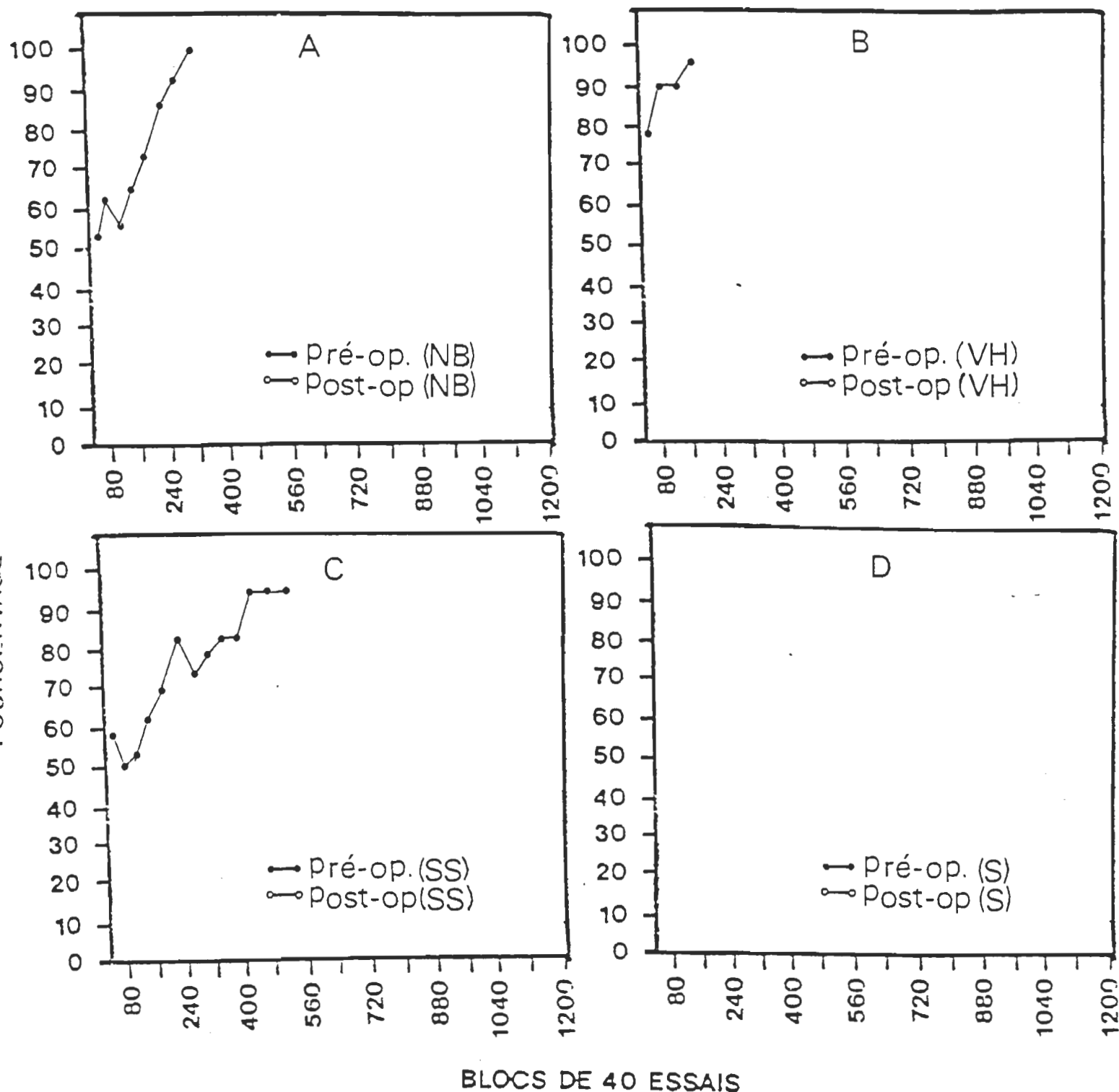


Fig. 15 - Courbes d'apprentissage pour le sujet D-6 dans les diverses étapes expérimentales. A - performance du sujet normal (pré-op) pour la discrimination noir versus blanc (NB). B - discrimination verticale versus horizontale (VH) pré-op. C - discrimination pseudo-stéréopsie (SS) pré-op. D - discrimination stéréopsie (S), sujet décédé.

C) Résultats globaux : discrimination stéréopsie

L'analyse globale des résultats comporte trois parties: la première partie est conçue en fonction des différentes discriminations (tableau 2), la seconde démontre graphiquement les performances post-opératoires (fig 16) de tous les sujets pour la tâche de discrimination de la stéréopsie. Enfin, une série de trois graphiques des performances moyennes pré et post-opératoires pour la tâche stéréoscopique est présentée dans les figures 17a et 17b.

Le tableau 2 présente les résultats aux différentes tâches de discrimination. Ainsi, il donne pour chacune des tâches de discrimination, le nombre total d'essais pour les sujets avant et après la chirurgie. Une moyenne des résultats individuels des animaux donne l'unité de comparaison.

Tableau 2

Résultats aux différentes tâches discriminatives

Gr	Sujet	N-B		V-H		S-S		Stéréopsie	
		Pré	Post	Pré	Post	Pré	Post	Pré	Post
A	D-1	280	200	320	40	1160	80	560	1000*
A	D-2	240	120	280	80	480	80	280	1000*
A	D-3	160	80	160	40	920	80	920	1000*
B	D-4	280	120	320	40	320	80	1120	440
B	D-5	200	80	200	40	280	80	1320	400
B	D-6	320	-	160	-	520	-	-	-
X		246.6	120	240	48	613.3	80	840	GrA:1000 GrB: 420

* 1000 = critère de non-apprentissage

- = sujet décédé

Les sujets prennent en moyenne 246.6 essais pour atteindre le critère de réussite de la première discrimination de noir versus lumière en pré-opératoire. Le retest de cette tâche pour tous les sujets a demandé une moyenne de 120 essais pour ré-atteindre le critère.

Au niveau de deux autres tâches de discrimination (V-H, S-S), tous les sujets ont pris 240 essais pour réussir le critère barre verticale versus barre horizontale (V-H) en pré-opératoire et n'ont pris que 48 essais en moyenne pour la même tâche en post-opératoire. Pour la discrimination de la pseudo-stéréopsie (S-S), les animaux ont pris en moyenne 613.3 essais en pré-opératoire et seulement 80 pour le retest post-opératoire.

Les performances moyennes des sujets pour la tâche de discrimination de la stéréopsie sont des plus intéressantes. Ainsi, les animaux normaux ont mis en moyenne 840 essais pour effectuer la tâche stéréoscopique. Les sujets du groupe B ayant subi une section des 2/3 postérieurs du corps calleux, n'ont pris lors du retest que 420 essais, soit la moitié moins de temps que pour l'apprentissage pré-opératoire. Les sujets du groupe A, ayant subi une section du chiasma optique, n'ont pas réussi à ré-atteindre le critère de réussite et ce, même après 1000 essais.

La figure 16 présente la superposition sur le même graphique des courbes individuelles de chaque sujet pour la tâche de la discrimination de la stéréopsie au niveau post-opératoire. L'observation de la superposition donne l'impression de deux blocs de courbes très différents l'un de l'autre. Effectivement, les animaux du groupe A ayant subi une section du chiasma

optique (C-O) ne sont plus en mesure de ré-atteindre le critère de réussite. Leur performances se situent entre 45% et 70% de réussite même après 1000 essais. Par contre, les sujet du groupe B, ayant subi une section des 2/3 postérieurs du corps calleux (C-C), réussissent à atteindre le critère de nouveau, et ce, très rapidement (420 essais en moyenne).

Les figures 17a et 17b présentent des courbes moyennes de tous les sujets pour la discrimination de la stéréopsie au stade pré-opératoire (figure 17aA) et post-opératoire (section du corps calleux (C-C) : figure 17aB et section du chiasma optique (C-O) : figure 17bC).

Au niveau pré-opératoire (fig. 17aA), tous les chats réussissent à atteindre le critère de performance de 36/40. Les tests-contrôles effectués une fois l'apprentissage atteint (voir à l'intérieur de la fig. 17aA), confirment que les animaux discriminent vraiment la stéréopsie avec une moyenne de 50% de réussite en monoculaire gauche et de 52% de réussite en monoculaire droit.

Dans la condition post-opératoire (fig. 17aB et 17bC), les résultats globaux moyens diffèrent significativement selon les groupes et le type de lésion pratiqué sur les sujets. La figure 17aB donne les résultats moyens des chats ayant subi une section du splénium du corps calleux. La courbe montre qu'ils réussissent très rapidement à ré-atteindre le critère de réussite pour la tâche de la discrimination de la stéréopsie. Par contre, l'observation de la figure 17bC, démontre que les sujets ayant subi une section du chiasma optique (C-O) ne sont plus en mesure de réussir la discrimination, et ce, même après 1000 essais.

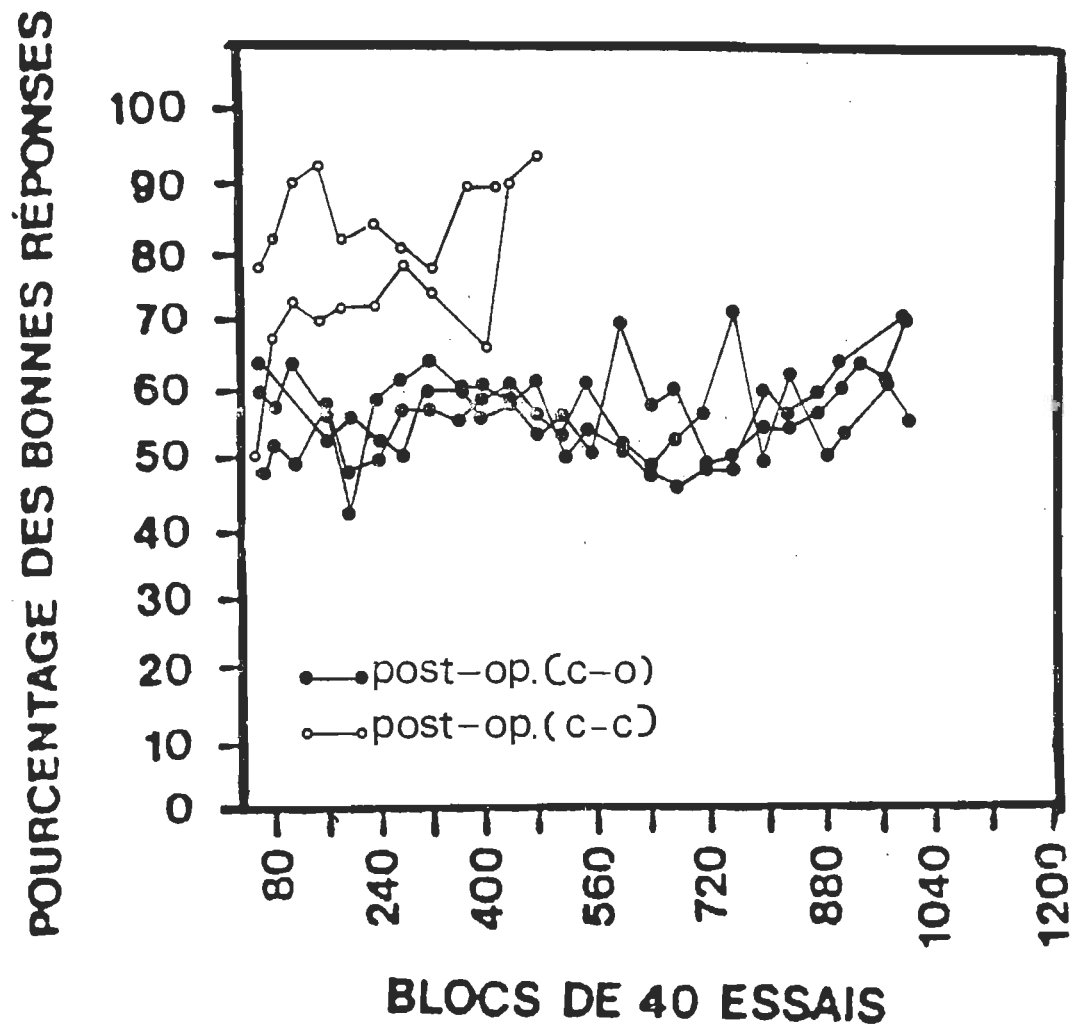


Fig. 16 - Courbes d'apprentissage superposées de tous les sujets pour la tâche de discrimination de la stéréopsie au niveau post-opératoire.

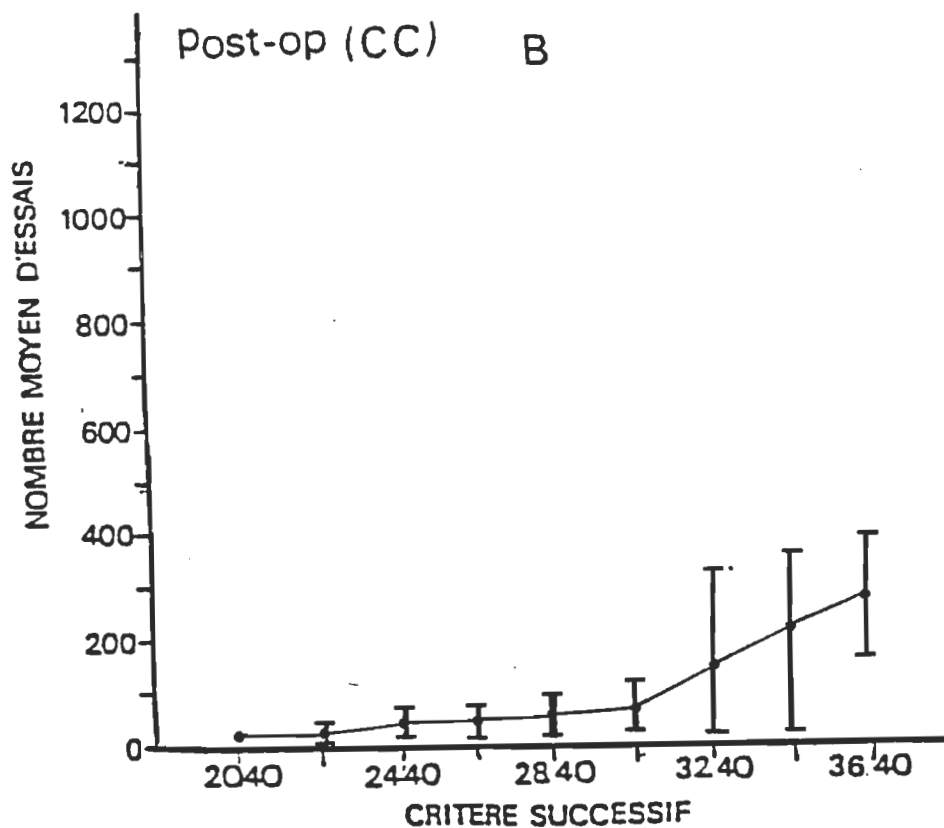
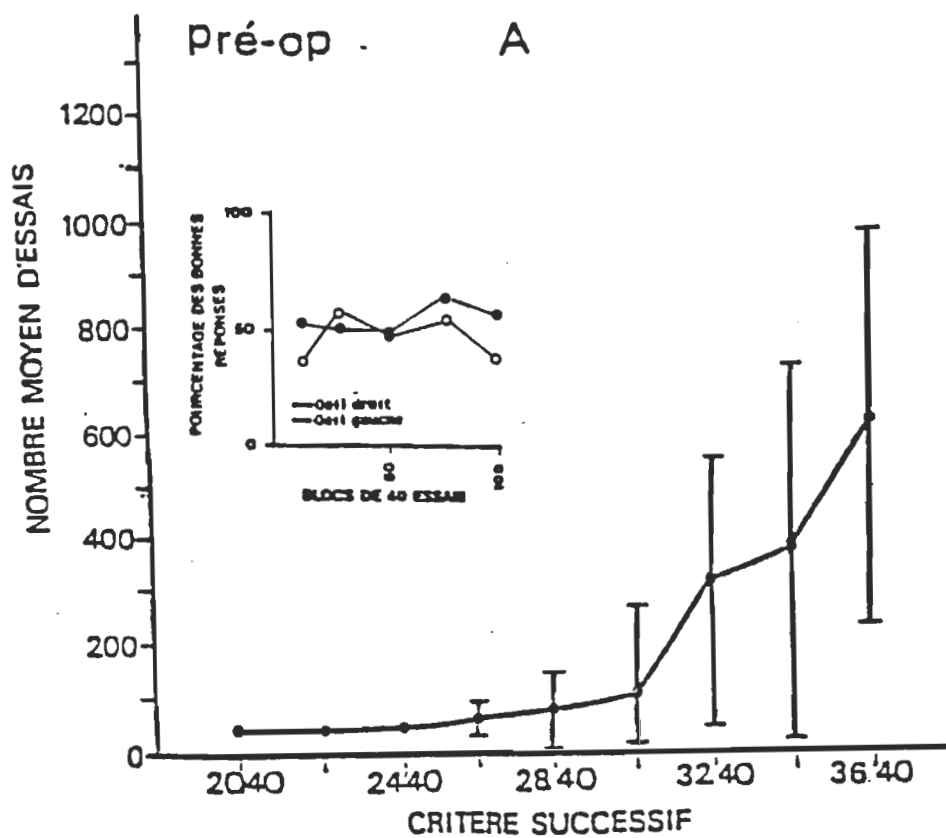


Fig. 17a - Courbes moyennes de tous les sujets pour la tâche de discrimination de la stéréopsie. A - performances moyennes au niveau pré-op. de tous les sujets. B - performances moyennes de tous les sujets ayant subi une section du splénium du corps calleux (post-op).

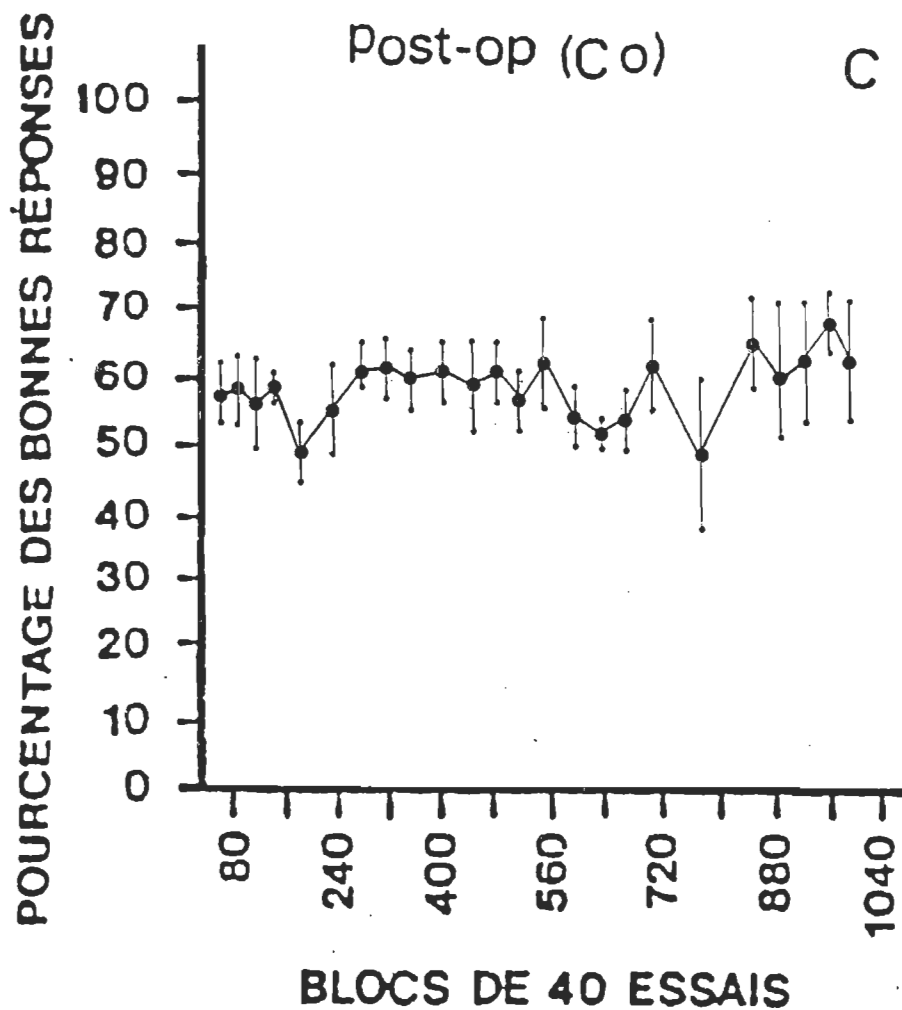


Fig. 17b - Courbes moyennes de tous les sujets pour la tâche de discrimination de la stéréopsie. C - performances moyennes de tous les sujets ayant subi une section du chiasma-optique (post-op).

Analyse des résultats: alignement oculaire

A) Méthode d'analyse: alignement oculaire.

L'analyse des résultats porte sur le calcul pré et post-opératoire de l'alignement inter-oculaire de chaque sujet aux diverses étapes expérimentales. L'alignement oculaire est mesuré chez six chats normaux dont trois ont subi une section du chiasma optique lors d'une première chirurgie et deux ont subi une section des 2/3 postérieurs du corps calleux. Enfin, quatre des six animaux ont eu le cerveau divisé (split brain).

Les résultats bruts (voir appendice C, p.168) proviennent des mesures effectuées sur chaque photographie de l'animal conformément à la méthode expliquée précédemment (voir chapitre II, déroulement de l'expérience, étape V), et sont présentés en annexe. Les calculs obtenus lors des différentes mesures aux étapes expérimentales sont comparées entre elles. Pour qu'un animal soit déclaré normal et sans strabisme, les mesures obtenues doivent jouer entre 2.0 mm et 0.1 mm. Elles ne doivent pas excéder 2.0 mm. (limite supérieure d'un alignement oculaire normal chez le chat normal) et elles ne doivent pas n'ont plus être inférieures à 0.1 mm (limite inférieure).

La méthode d'analyse comprend d'abord un tableau des résultats du calcul de l'alignement oculaire et un histogramme des différences d'alignement entre chaque lésion pour chaque sujet permettant d'effectuer une analyse individuelle des résultats. Puis, une analyse globale des résultats est démontrée par un graphique des moyennes des déviations en mm de tous les animaux en fonction du type de lésion effectuée.

B) Résultats individuels: alignement oculaire

Tous les animaux ont participé à trois séances photographiques afin de mesurer l'alignement oculaire de chacun deux. La première séance (pré-opératoire: normaux) eut lieu une fois les tâches de discrimination complétées avant la chirurgie, la seconde eut lieu suite à une première chirurgie (post-opératoire: chiasma optique ou corps calleux) et la dernière après la deuxième chirurgie (cerveau divisé (split brain): chiasma optique et corps calleux).

Pour chaque sujet, les résultats sont présentés dans un tableau pour les trois étapes soit: A - Alignement oculaire pré-opératoire. B - Alignement oculaire post-opératoire (section du chiasma optique ou du corps calleux). C - Alignement oculaire des cerveaux divisés (split brain). Puis suivra un histogramme représentant les résultats des calculs de l'alignement oculaire pour chaque étape.

1 - sujet D-1

Le tableau 3 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-1 aux diverses étapes expérimentales, et la figure 18 montre un histogramme des différences d'alignement après chaque lésion.

Lors de la première séance photographique (pré-opératoire), le chat normal a une déviation oculaire réelle moyenne de 1.30 mm. Suite à une section du chiasma optique (simple section), la déviation moyenne est de 1.78 mm et de 1.88 mm lors de la double section (chiasma optique et corps calleux).

La faible augmentation entre les différentes étapes expérimentales de l'alignement oculaire du sujet D-1, n'est pas significative et n'est pas suffisante pour déduire qu'une lésion du chiasma optique et/ou du corps calleux entraîne un strabisme qui empêcherait la vision de la stéréopsie (fig. 18).

Tableau 3
Résultats individuels du sujet D-1 pour les calculs de l'alignement oculaire dans les diverses étapes expérimentales.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-O	cerveau divisé C-O + C-C
1	1.45 mm	1.83 mm	1.81 mm
2	1.23 mm	1.74 mm	2.08 mm
3	1.24 mm	1.77 mm	1.76 mm
X déviation réelles:	1.30 mm	1.78 mm	1.88 mm

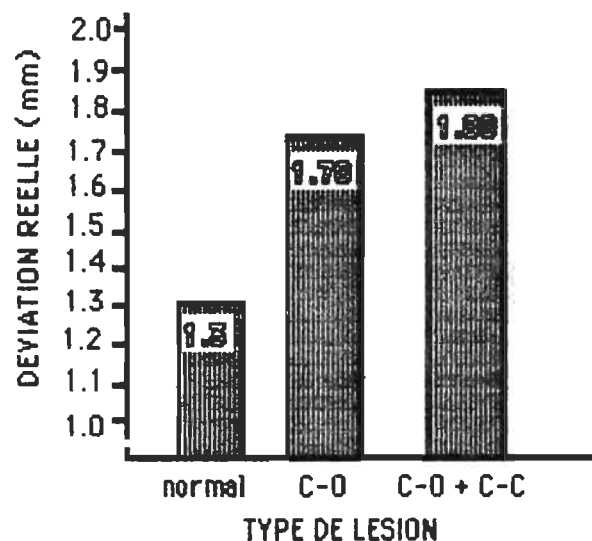


Fig. 18 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm en fonction du type de lésion pour le sujet D-1.

2 - sujet D-2

Le tableau 4 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-2 aux diverses étapes expérimentales, et la figure 19 montre un histogramme des différences d'alignement après chaque lésion. Le sujet D-2 étant décédé après la première chirurgie (C-O), il n'a pas eu le cerveau divisé (split brain).

Lors de la première séance photographique (pré-opératoire), le chat normal a une déviation oculaire réel moyenne de 1.23 mm. Suite à une section du chiasma optique (simple section), la déviation moyenne réelle est de 1.88 mm (tableau 4).

Chez ce sujet, une augmentation entre le calcul de l'alignement oculaire pré-opératoire et post-opératoire (C-O) est observable. Mais cette différence de 0.65 mm n'est pas suffisante pour affirmer qu'une lésion du chiasma optique entraîne un strabisme chez l'animal qui pourrait interférer dans la vision de la stéréopsie.

Tableau 4
Résultats individuels du sujet D-2 pour les calculs de l'alignement oculaire dans les diverses étapes expérimentales.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-O	cerveau divisé C-O + C-C
1	1.22 mm	1.85 mm	-
2	1.27 mm	2.14 mm	-
3	1.20mm	1.65 mm	-
X déviation réelles:	1.23 mm	1.88 mm	-

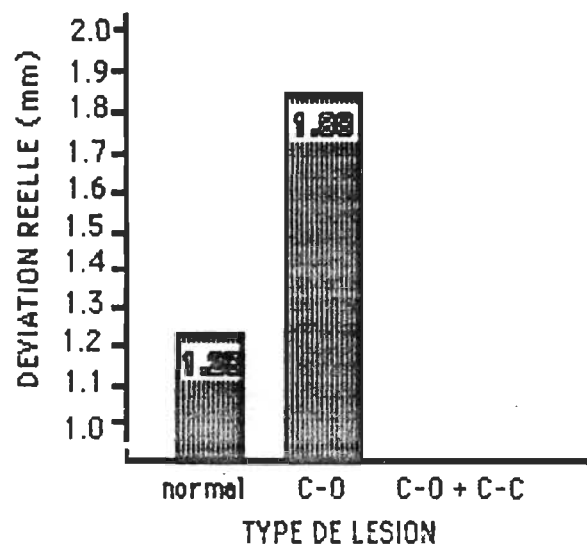


Fig. 19 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm en fonction du type de lésion pour le sujet D-2.

3 - sujet D-3

Le tableau 5 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-3 aux diverses étapes expérimentales, et la figure 20 montre un histogramme des différences d'alignement après chaque lésion.

Lors de la première séance de photographie (pré-opératoire), le chat normal présente une déviation oculaire réelle moyenne de 1.91 mm (tableau 5). Suite à une section du chiasma optique (simple section), la déviation diminue à 1.56 mm et diminue encore de 0.05 mm après avoir eu le cerveau divisé (split brain) (1.51 mm).

Les résultats obtenus par le chat D-3 aux différentes étapes expérimentales de calcul de l'alignement oculaire confirme une troisième fois une partie de l'hypothèse de travail qui veut qu'une lésion du chiasma optique et/ou du corps calleux n'entraîne pas de strabisme chez le chat adulte qui interférerait dans la vision de la stéréopsie.

Tableau 5
Résultats individuels du sujet D-3 pour les calculs de l'alignement
oculaire dans les diverses étapes expérimentales.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-O	cerveau divisé C-O + C-C
1	2.06 mm	1.69 mm	1.65 mm
2	2.06 mm	1.42 mm	1.58 mm
3	1.63 mm	1.58 mm	1.32 mm
X déviation réelles:	1.91 mm	1.56 mm	1.51 mm

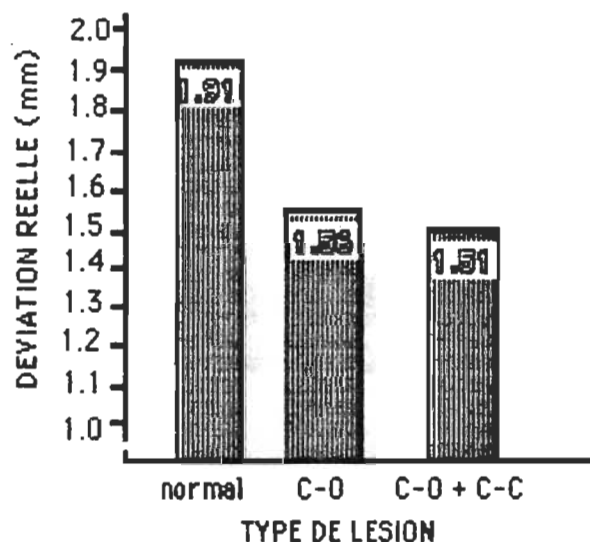


Fig. 20 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm en fonction du type de lésion pour le sujet D-3.

4 - sujet D-4

Le tableau 6 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-4 aux diverses étapes expérimentales, et la figure 21 montre un histogramme des différences d'alignement oculaire après chaque lésion.

Lors de la première séance photographique (pré-opératoire), le chat normal a une déviation oculaire moyenne réelle de 1.7 mm. Suite à une section du corps calleux (simple section), la déviation moyenne réelle est de 1.87 mm et de 1.88 pour le cerveau divisé (split brain).

La faible augmentation entre les différentes étapes expérimentales (0.18 mm) du sujet D-4 pour le calcul de l'alignement oculaire, n'est pas significative ni suffisante pour déduire qu'une lésion du corps calleux et/ ou du chiasma optique entraîne un strabisme qui empêcherait la vision de la stéréopsie (fig. 21).

Tableau 6
Résultats individuels du sujet D-4 pour les calculs de l'alignement
oculaire dans les diverses étapes expérimentales.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-C	cerveau divisé C-O + C-C
1	1.76 mm	2.06 mm	1.79 mm
2	1.80 mm	1.65 mm	1.92 mm
3	1.74 mm	1.91 mm	1.95 mm
X déviation réelles:	1.70 mm	1.87 mm	1.88 mm

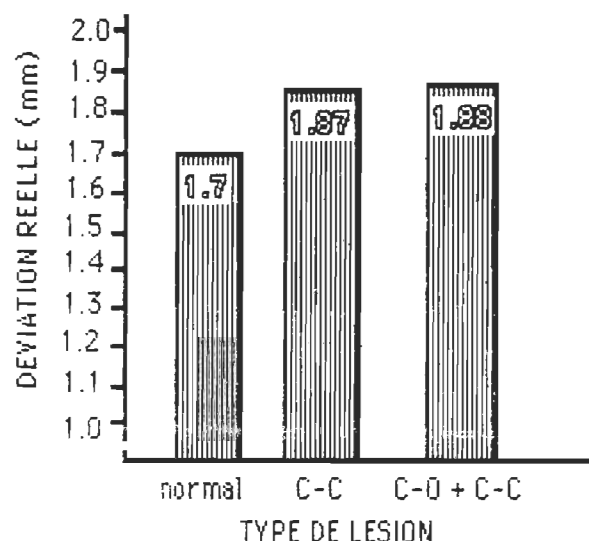


Fig. 21 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm en fonction du type de lésion pour le sujet D-4.

5 - sujet D-5

Le tableau 7 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-5 aux diverses étapes expérimentales et la figure 22 montre un histogramme des différences d'alignement après chaque lésion.

Lors de la première séance photographique (pré-opératoire), le chat normal a une déviation oculaire réelle moyenne de 1.15 mm (tableau 7). Suite à une section du corps calleux (simple section), la déviation moyenne réelle est de 1.42 mm et de 1.62 mm après le cerveau divisé (split brain).

Encore une fois une légère augmentation est remarquée entre les étapes,

mais celle-ci n'est pas suffisante pour permettre d'affirmer qu'une section au niveau du chiasma optique et/ou du corps calleux provoque un strabisme chez le chat adulte qui empêcherait la vision de la stéréopsie.

Tableau 7
Résultats individuels du sujet D-5 pour les calculs de l'alignement oculaire dans les diverses étapes expérimentales.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-C	cerveau divisé C-O + C-C
1	1.26 mm	1.27 mm	1.57 mm
2	1.08 mm	1.53 mm	1.75 mm
3	1.11 mm	1.48 mm	1.54 mm
X déviation réelles:	1.15 mm	1.42 mm	1.62 mm

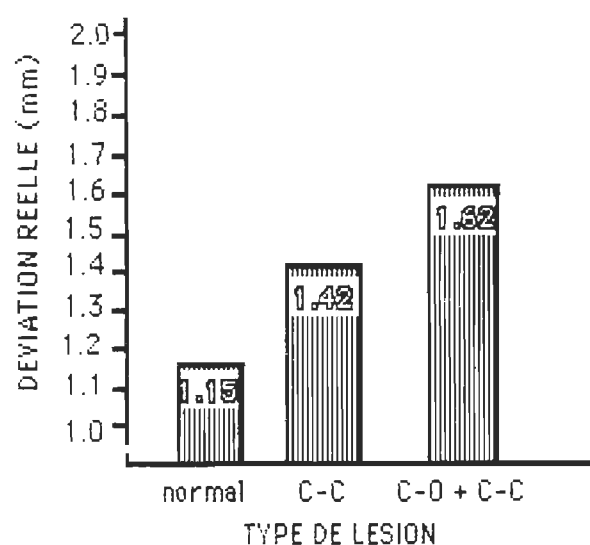


Fig. 22 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm en fonction du type de lésion pour le sujet D-5

6 - sujet D-6

Le tableau 8 et la figure 23 présentent les résultats du calcul de l'alignement oculaire du sujet D-6. Pour ce chat, l'alignement oculaire fut calculé pour une seule étape expérimentale (Pré-opératoire) car il est décédé suite à la chirurgie. Le sujet D-6 (normal) a une déviation oculaire moyenne réelle de 1.37 mm. Cet animal n'était donc pas atteint de strabisme.

Tableau 8
Résultats individuels du sujet D-6 pour
le calcul de l'alignement oculaire.

Mesures réelles	Pré-op normal	section simple C-C	cerveau divisé C-O + C-C
1	1.59 mm	-	-
2	1.04 mm	-	-
3	1.50 mm	-	-
X déviation réelles:	1.37 mm	-	-

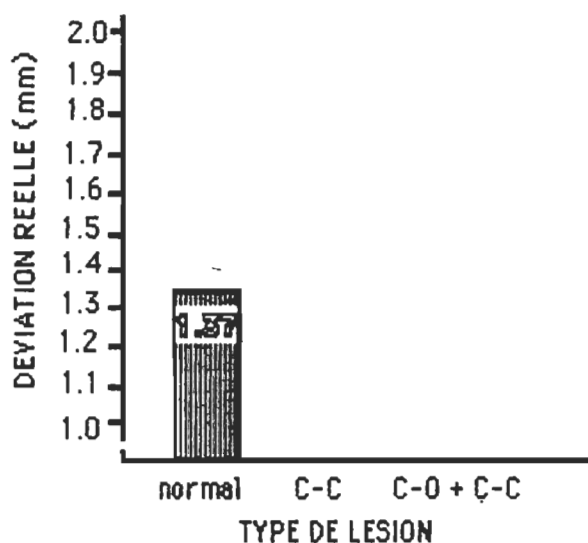


Fig. 23 - Histogramme de la déviation réelle moyenne en mm pour le sujet D-1.

C) Résultat global: alignement oculaire

La figure 24 présente les résultats du calcul de l'alignement oculaire de la moyenne des déviations de chaque animal en fonction du type de lésion. Pour chaque étape expérimentale, le point noir (●) représente la moyenne des déviations et la droite verticale (T) donne le score le plus élevé et le plus bas.

La moyenne de la déviation oculaire (●) pour les sujets normaux (N = 6) est de 1.44 mm. Une différence de 0.758 mm est observable entre la déviation la plus élevée (1.91 mm) et la plus basse (1.15 mm).

Pour les sujets ayant subi une section du chiasma optique (N = 3), la moyenne des déviations oculaires (●) est de 1.74 mm. Une différence de 0.32 mm est observable entre le score de déviation le plus élevé (1.88 mm) et le plus bas (1.56 mm).

Pour les animaux qui ont eu une section du corps calleux (N = 2), la déviation moyenne (●) est de 1.645 mm. Une différence de 0.45 mm est remarquable entre la déviation la plus élevée (1.87 mm) et la plus basse (1.42 mm).

La moyenne de la déviation oculaire (●) pour les sujets ayant subi une double section, c'est-à-dire une section du chiasma optique et du corps calleux (N = 4), est de 1.723 mm. Une différence de 0.37 mm est observable entre la déviation la plus élevée (1.88 mm) et la plus basse (1.51 mm).

Comme le démontre la figure 24, les scores de déviation fluctuent légèrement entre les différentes tâches expérimentales et se situent toutes entre 2.0 mm et 1.0 mm. La comparaison entre la déviation moyenne (●) pour les chats normaux et celle des différentes lésions donne une différence de 0.3 mm, si comparée avec les chiasma optique (C-O), de 0.205 mm, si comparée avec les corps calleux (C-C) et de 0.285 mm lorsque comparée avec les cerveau divisés (split brain).

Les différences de déviation entre les lésions sont très faibles. Ainsi, une différence de 0.095 est observable entre les chiasma optique (C-O) et les corps calleux (C-C), une différence de seulement 0.015 mm entre les C-O et les doubles sections (C-O + C-C), et une différence de 0.08 mm entre les C-C et les doubles sections (C-O + C-C).

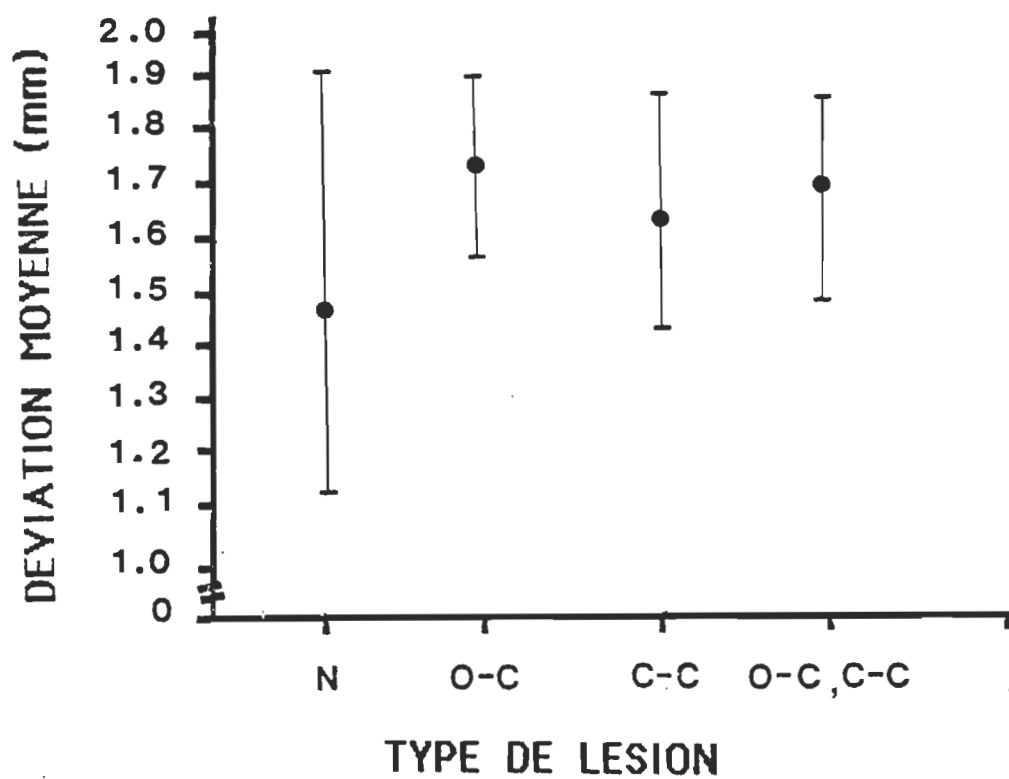


Fig. 24 - Alignement oculaire. Moyenne des déviations oculaire pour tous les sujets en fonction du type de lésion subit.

Analyse des résultats : périmétrie

A) méthode d'analyse : périmétrie

L'analyse des résultats porte sur la capacité de vision périphérique pré et post-opératoire des sujets. Trois chats ont subi une section du chiasma optique et deux autres une section du splénium du corps calleux.

Les résultats bruts (voir appendice D, p.184) sont obtenus lors de deux séances de 50 essais chacune. La méthode suivie est celle indiquée au chapitre II (déroulement de l'expérience, étape VI).

La méthode d'analyse comprend des figures représentant le champ visuel de chaque animal pris individuellement aux niveaux pré et post-opératoire. Pour chaque sujet, trois séries de figures sont présentées soit: 1. Oeil droit (vision monoculaire avec oeil gauche fermé) 2. Oeil gauche (vision monoculaire avec oeil droit fermé) 3. binoculaire (vision binoculaire, deux yeux ouverts).

B) Résultats individuels: périmétrie

1 - sujet D-1

La figure 25 présente le champ de vision périphérique du sujet D-1. Au niveau pré-opératoire, l'animal est normal et au niveau post-opératoire, il a subi une section du chiasma optique.

Au niveau pré-opératoire le sujet D-1 a un champ de vision périphérique normal autant en vision monoculaire qu'en vision binoculaire. Après une section du chiasma optique, le même animal éprouve alors beaucoup de

difficulté à percevoir les extrémités. Son champ visuel est alors réduit de 30 degrés pour chaque oeil. L'animal semble voir seulement ce qui est entre 0 et 60 degrés de chaque côté.

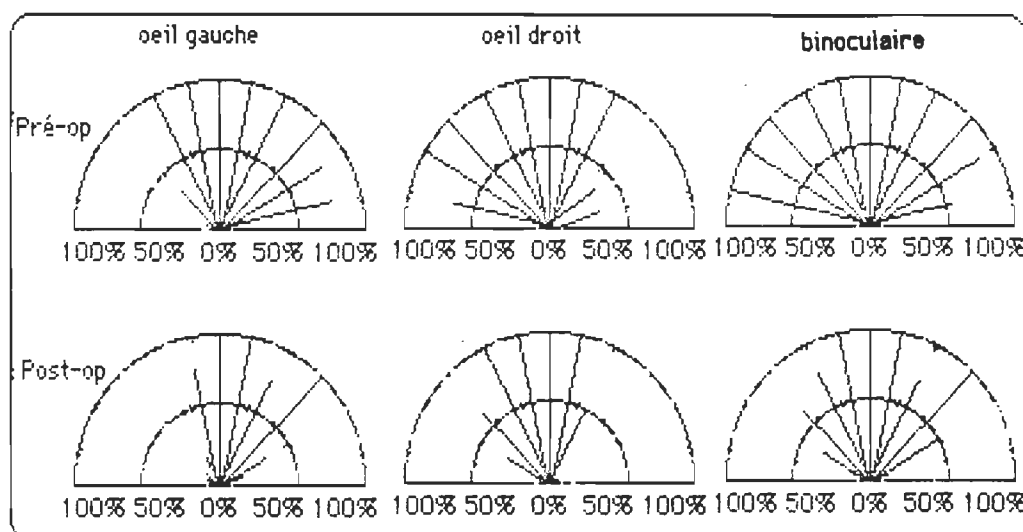


Figure 25 - Champ visuel du sujet D-1. Pré-opératoire (sujet normal) post-opératoire (sujet ayant subi une section du chiasma optique).

2 - sujet D-2

La figure 26 présente le champ de vision périphérique du sujet D-2. Au niveau pré-opératoire, l'animal est normal et au niveau post-opératoire, il a subi une section du chiasma optique.

Le champ de vision périphérique du chat D-2 au niveau pré-opératoire est normal autant en vision monoculaire qu'en vision binoculaire (fig. 26). Après une section du chiasma optique, le champ visuel du même sujet est réduit de 30 degrés pour chaque oeil. L'animal semble percevoir seulement ce qui est entre 0 degré et 60 degrés de chaque côté.

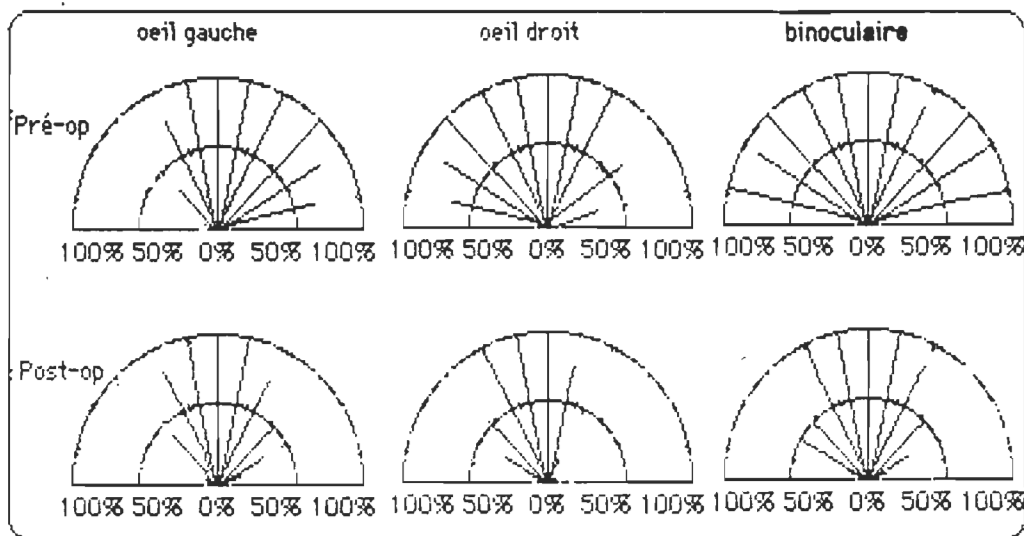


Figure 26 - Champ visuel du sujet D-2. Pré-opératoire (sujet normal) et post-opératoire (sujet ayant subi une section du chiasma optique).

3 - sujet D-3

La figure 27 présente le champ de vision périphérique du sujet D-3. Au niveau pré-opératoire, l'animal est normal et au niveau post-opératoire, il a subi une section du chiasma optique.

Au niveau pré-opératoire, le sujet D-3 a un champ de vision binoculaire parfait (180 degrés à 100 % de réussite) et monoculaire normal. Après une section du chiasma optique, le même animal éprouve des difficultés à percevoir les extrémités. Son champ visuel est réduit de 30 degrés pour chaque oeil. Il semble percevoir seulement ce qui se trouve entre 0 degré et 60 degrés de chaque côté.

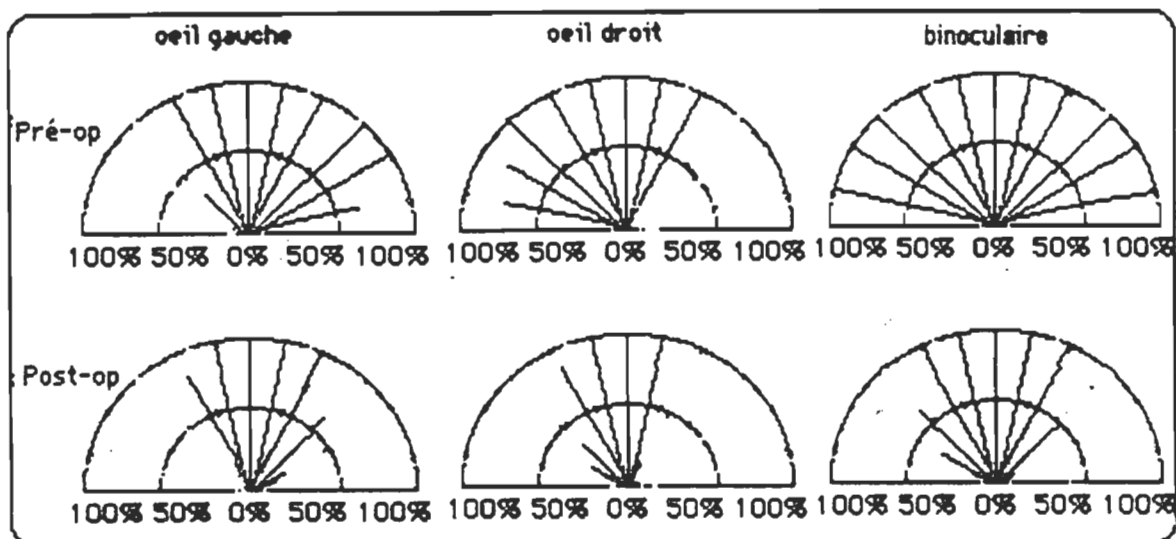


Figure 27 - Champ visuel du sujet D-3. Pré-opératoire (chat normal) et post-opératoire (ayant subi une section du chiasma optique).

4 - sujet D-4

Le figure 28 présente le champ de vision périphérique du sujet D-4. Au niveau pré-opératoire, l'animal est normal et au niveau post-opératoire, il a subi une section du splénium du corps calleux. Le champ visuel périphérique du sujet D-4 au niveau pré-opératoire est parfait tant au niveau monoculaire que binoculaire (180 degrés à 100% de réussite). Après une section du chiasma optique, le même animal ne semble pas éprouver beaucoup plus de difficulté à percevoir les extrémités. Son champ visuel est très peu réduit et demeure dans les limites de la normale.

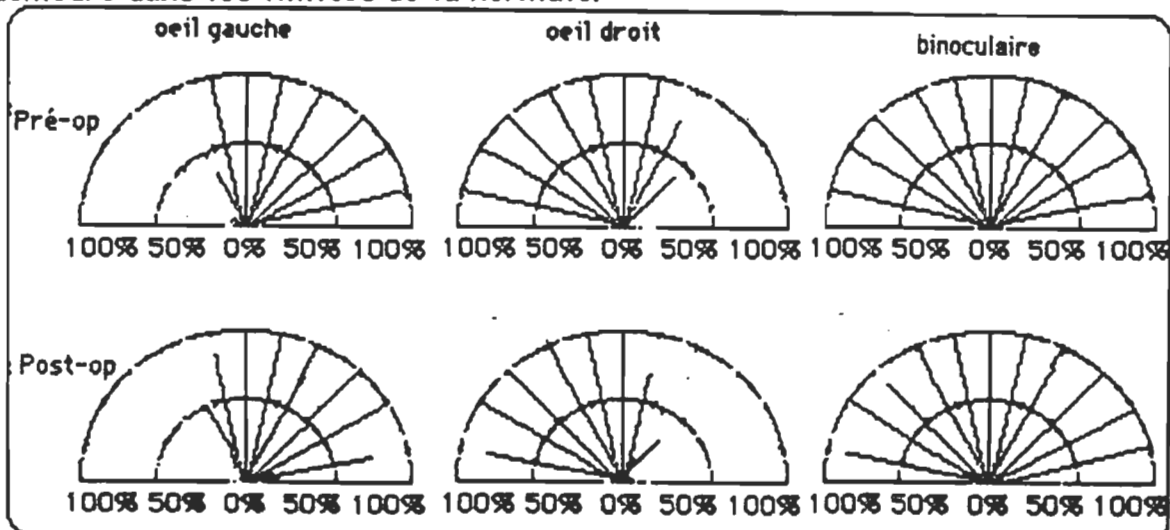


Figure 28 - Champ visuel du sujet D-4. Pré-opératoire (sujet normal) et post-opératoire (sujet ayant subi une section du corps calleux).

5 - sujet D-5

La figure 29 présente le champ de vision périphérique du sujet D-5. Au niveau pré-opératoire, l'animal est normal et au niveau post-opératoire, il a subi une section du splénium du corps calleux.

Au niveau pré-opératoire, le sujet D-5 a un champ de vision périphérique parfait en vision binoculaire (180 degrés à 100% de réussite) et adéquat en vision monoculaire. Après une section du splénium du corps calleux, son champ visuel est légèrement réduit de façon sporadique (fig. 29). Il semble moins bien percevoir les extrémités (50% de réussite environ).

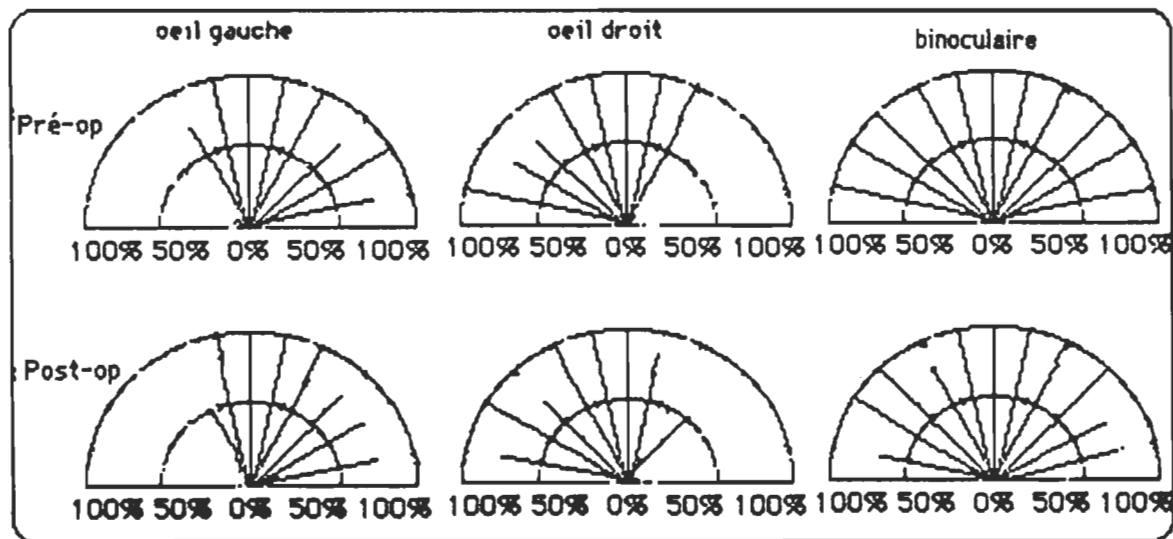


Figure 29 - Champ visuel du sujet D-5. Pré-opératoire (chat normal) et post-opératoire (chat ayant subi une section du chiasma optique).

Chapitre IV

Interprétation des résultats

Interprétation des résultats

A) Interprétation des résultats : stéréopsie.

Les résultats obtenus confirment premièrement que le chat normal qui a un système visuel intact autant au niveau des récepteurs qu'au niveau cérébral, peut réussir à accomplir la discrimination de la stéréopsie telle que présentée par les stéréogrammes de Julesz. Les tests contrôles qui ont été effectués sur les animaux permettent de s'assurer que les résultats obtenus ne sont pas fortuits. Nos résultats mettent en évidence que les chats perçoivent la profondeur basée sur des stimuli de disparité. Cette découverte comportementale est en corrélation avec plusieurs études électrophysiologiques qui indiquaient l'existence de cellules de la profondeur dans le cortex visuel du chat. Ces résultats corroborent les études de Walk et Gibson (1961), de Fox et Blake (1971), de Packwood et Gordon (1975), de Cornwell et al. (1976) et de Mitchell et Timmey (1982).

Une fois la capacité des sujets à discriminer la stéréopsie démontrée, les résultats relatifs à l'importance des contributions respectives du chiasma optique et du corps calleux dans la stéréoperception est vérifiée. Les résultats de la présente étude confirment que la structure principale impliquée dans la vision de la stéréopsie est le chiasma optique. Cette hypothèse de travail découlait des études de Hubel et Wiesel

(1967, 1968), Berlucchi et Rizzolatti (1968), Bishop (1979), Berlucchi (1972), Shatz (1977), Innocenti (1979, 1980), Payne et al. (1980) et Lansdown (1981). Effectivement, au niveau électrophysiologique, une section du chiasma optique implique une réduction drastique dans le nombre de cellules corticales binoculaires des aires visuelles primaires et il ne reste qu'une faible proportion d'unités qui sont conduites par les deux yeux (Berlucchi et Rizzolatti, 1968). Au niveau comportemental, nos résultats démontrent que les sujets chiasmatomisés n'arrivent pas à atteindre le critère de réussite même après 1000 essais consécutifs, tandis que les chats ayant subi une callosotomie mettent en moyenne 420 essais pour atteindre le critère de réussite. Ainsi, il semble que la structure principale impliquée dans la vision stéréoscopique soit le chiasma optique.

D'un autre côté, une lésion du corps calleux seul ne semble pas altérer le processus de vision stéréoscopique. Toutefois, il est difficile de nier complètement la contribution du corps calleux dans ce processus car seulement une section des deux structures soit le chiasma optique et le corps calleux produit une perte de binocularité complète (Berlucchi et al. 1983) et de ce fait même abolit la stéréoperception.

Afin d'expliquer les résultats qui confirment que le chiasma optique soit la principale voie impliquée dans la vision stéréoscopique, Bishop (1971) et Bishop et Henry (1971) font une différenciation entre la stéréopsie fine et la stéréopsie globale. La stéréopsie fine est un processus opérant à l'intérieur d'une étendue de disparité étroite, compatible avec les mécanismes de fusion binoculaire et de rivalité rétinienne dont le rôle principal est la

vision tridimensionnelle (Bishop 1971). L'utilisation des stéréogrammes de Julesz semble être un moyen très efficace pour mesurer la stéréopsie fine car le degré de disparité entre les deux parties d'un même stéréogramme est de 21 min d'arc et la limite supérieure est de 6.6 degrés pour la disparité horizontale. La stéréopsie globale est un processus moins spécifique opérant sur des configurations visuelles qui ne sont pas nécessairement similaires et implique de larges degrés de disparité. D'ailleurs, Blakemore (1969) et Mitchell et Blakemore (1969) dans leurs études ont employé ce genre de stéréogrammes à larges degrés de disparité et non ceux de Julesz, et ont mis en évidence l'importance du corps calleux dans la perception de la profondeur. Il doit donc y avoir deux systèmes impliqués dans la perception de la profondeur.

En conclusion, il existe deux grandes classes de perception de la profondeur (voir chapitre I). La première, la perception monoculaire de la profondeur, est basée sur des indices monoculaires comme la position des objets, la grandeur, etc. La seconde, la perception binoculaire de la profondeur, se diviserait en deux sous-classes, soit la stéréopsie fine (la perception du relief) qui nécessiterait comme point de croisement de l'information visuelle le chiasma optique. La seconde, la stéréopsie globale (la perception de la distance) qui aurait le corps calleux comme point de croisement.

B) Interprétation des résultats : alignement oculaire.

Il a été prouvé que la stéréopsie requiert un alignement interoculaire parfait entre les deux yeux. C'est pourquoi, un des prérequis nécessaires pour cet accomplissement est un alignement oculaire précis. Donc, dans le strabisme, qui est une condition où les axes visuels des deux yeux ne convergent pas sur l'objet regardé, la stéréopsie ne peut être perçue. Ainsi, il semble primordial de bien choisir les sujets qui participent à la présente recherche.

Les résultats du calcul de l'alignement oculaire démontrent que les six sujets utilisés pour cette étude ne souffraient pas de strabisme avant de subir leur chirurgie respective. Ils étaient tous normaux, donc physiologiquement en mesure de percevoir la stéréopsie selon les stéréogrammes de Julesz (1971).

Contrairement aux résultats d'Elberger (1979) dans son étude sur le corps calleux où elle créait un strabisme divergent chez ses chatons après une callosotomie, nos résultats après les chirurgies ne démontrent pas de déviations suffisantes pour affirmer qu'elles ont causé un strabisme chez les sujets de la présente recherche. Nos résultats s'accordent plutôt avec ceux de Sherman (1971) dans une étude sur le développement de l'alignement oculaire chez les chats où il démontre qu'une lésion du chiasme ne provoque pas de strabisme chez ses animaux. Effectivement, une lésion du chiasma optique et/ou du corps calleux ne semble pas provoquer du strabisme chez le

chat adulte qui aurait pu empêcher la vision stéréoscopique.

Cette différence entre les résultats d'Elberger (1979) et ceux de la présente étude peuvent s'expliquer en partie par la différence d'âge entre les deux groupes de sujets utilisés dans chaque expérience. Elberger (1979) utilisait des chatons âgés entre 13 et 29 jours, tandis que ceux utilisés pour cette étude étaient tous des chats adultes dont le système visuel et neuronal avait atteint la maturité physiologique.

Les données précédentes permettent d'exclure la déviation oculaire comme étant responsable de la perte de la vision stéréoscopique et soutient que le chiasma optique est la principale voie impliquée dans la vision stéréoscopique et que le corps calleux n'est que très peu impliqué.

C) Interprétation des résultats : périmétrie.

Comme il a été mentionné précédemment, il existe deux classes de perception de la profondeur. La vision monoculaire et la vision binoculaire qui se différencie en deux sous-classes (Bishop, 1971 et Bishop et Henry, 1971), soit la stéréopsie fine et la stéréopsie globale. Les stéréogrammes de Julesz semblent être le meilleur moyen pour mesurer la stéréopsie fine car ils impliquent une étendue de disparité étroite. Il apparaît donc important de vérifier l'intégrité des zones du champ visuel des sujets car la perception stéréoscopique des stéréogrammes de Julesz s'effectue principalement grâce à la vision centrale.

Les résultats des mesures de l'étendue du champ visuel démontrent que tous les animaux avaient un champ de vision périphérique (180 degrés) normal et adéquat autant au niveau de la vision monoculaire que binoculaire avant de subir leur chirurgie respective.

A la suite des interventions, les trois sujets ayant subi une section du chiasma optique se retrouvent avec un champ de vision réduit de 30 degrés de chaque côté pour chaque oeil avec une vision centrale intacte. Ainsi, une section du chiasme entraîne une perte au niveau de la vision périphérique, car elle empêche le transport de l'information visuelle par les voies centro-latérales et produit une hémianopsie temporale au niveau de la vision externe. Les chats qui ont subi une section du corps calleux conservent une vision périphérique adéquate malgré quelque perte d'acuité mineure.

Conclusion

L'objectif principal de cette recherche consistait à déterminer l'importance relative et la contribution respective du chiasma optique et du corps calleux dans le phénomène de la vision stéréoscopique.

Dans un premier temps, il fut vérifié que les chats n'étaient pas strabiques et qu'ils étaient aptes à percevoir la stéréopsie. Les animaux ont été entraînés par conditionnement à discriminer la profondeur dans les stéréogrammes de Julesz. Dans un deuxième temps, ils ont subi une première chirurgie, soit une section du chiasma optique ou du splénium du corps calleux. Puis ils ont recommencé la procédure expérimentale du conditionnement stéréoscopique. Enfin, les sujets ont eu le cerveau divisé (split brain).

Les résultats ont démontré premièrement que les chats normaux perçoivent la stéréopsie dans les stéréogrammes de Julesz. Deuxièmement, que les animaux chiasmatomisés ne sont plus en mesure de ré-atteindre le critère de réussite, donc ils ne sont plus capables de percevoir la stéréopsie. Troisièmement, les sujets callosotomisés réussissent la tâche stéréoscopique même après la chirurgie et ce, en très peu d'essais. Et enfin, la vision stéréoscopique semble absente totalement après que les animaux ont eu le cerveau divisé (split brain).

Les résultats confirment l'hypothèse de travail principale qui voulait que le chiasma optique soit plus important que le corps calleux dans la vision de la stéréopsie.

Les résultats démontrent l'importance de ces deux structures cérébrales, soit le chiasma optique qui serait impliqué dans la perception stéréoscopique fine, l'autre, le corps calleux, étant impliqué dans la stéréopsie globale. Mais il apparaît important de continuer l'investigation sur le rôle de chaque type de perception stéréoscopique et des structures impliquées afin de mieux comprendre ce phénomène. Cet organe si complexe et si complet qu'est le cerveau ne se révèle qu'à petit pas et c'est pourquoi il reste beaucoup de place pour la recherche expérimentale et pour de nouvelles découvertes.

Appendice A

Table de hasard contrôlée de Gellerman

TABLE DE HASARD (GELLERMAN)

EXPERIENCE: _____

PROBLEME: _____

Légende: X sur l'item signifie réussite
O sur l'item signifie échec

REMARQUES:

SUJET:

1	D	D	G	D	G	G	G	D	D	C	Date:	AM-PM
2	D	D	G	G	D	D	G	D	G	G	N/40:	
3	D	D	G	G	D	D	G	G	D	G	Z:	
4	D	D	G	G	D	D	G	D	D	G		
5	G	D	D	G	G	G	D	G	D	D	Date:	AM-PM
6	G	D	G	D	D	G	G	G	D	D	N/40:	
7	G	D	G	G	D	D	D	G	G	D	Z:	
8	G	D	G	G	D	D	G	G	D	D		
9	G	G	D	G	D	D	G	G	D	D	Date:	AM-PM
10	G	G	D	G	D	G	G	D	D	D	N/40:	
11	G	G	G	D	D	G	D	D	D	D	Z:	
12	G	G	G	D	D	G	D	G	D	D		
13	D	G	D	D	G	G	D	D	G	G	Date:	AM-PM
14	D	G	D	D	G	G	D	D	D	G	N/40:	
15	D	G	D	G	G	D	D	D	D	G	Z:	
16	D	G	G	D	D	D	G	D	G	G		
17	G	D	G	G	D	G	G	D	D	D	Date:	AM-PM
18	G	G	D	D	D	G	D	G	G	D	N/40:	
19	G	G	D	D	D	G	G	D	D	D	Z:	
20	G	G	D	D	G	D	D	G	G	D		
21	G	G	D	D	G	D	G	G	D	D	Date:	AM-PM
22	G	G	D	D	G	G	D	D	G	D	N/40:	
23	G	G	D	D	G	G	D	G	D	D	Z:	
24	G	G	D	G	D	D	D	G	G	D		
25	D	D	G	G	D	G	G	D	D	G	Date:	AM-PM
26	D	D	G	G	G	D	D	G	D	G	N/40:	
27	D	D	G	G	G	D	G	D	D	G	Z:	
28	D	G	D	D	G	D	D	G	G	G		
29	D	D	D	G	G	D	G	D	G	G	Date:	AM-PM
30	D	D	D	G	G	D	G	G	D	G	N/40:	
31	D	D	G	D	G	D	D	G	G	G	Z:	
32	D	D	G	D	G	G	D	D	D	G		
33	D	G	G	D	D	D	G	G	D	G	Date:	AM-PM
34	D	G	G	D	D	G	D	D	G	G	N/40:	
35	D	G	G	D	D	G	G	D	D	G	Z:	
36	D	G	G	D	G	D	D	D	D	G		
37	G	D	D	G	D	G	G	D	D	D	Date:	AM-PM
38	G	D	D	G	G	D	D	G	G	D	N/40:	
39	G	D	D	G	G	D	G	G	D	D	Z:	
40	G	D	D	G	G	G	D	D	G	D		
41	D	G	G	D	G	G	D	D	D	G	Date:	AM-PM
42	D	G	G	G	D	D	G	D	D	G	N/40:	
43	G	D	D	D	G	G	D	G	G	D	Z:	
44	G	D	D	G	D	D	G	G	G	D		

Appendice B

Résultats bruts : stéréopsie

Tableau 9
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	25	63
2	24	60
3	27	68
4	28	70
5	37	93
6	36	90
7	40	100

Tableau 10
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des
sessions (40 essais) pour la discrimination barre verticale
vs barre horizontale pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	21	53
2	19	48
3	22	55
4	28	70
5	32	80
6	36	90
7	37	93
8	40	100

Tableau 11
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des
 sessions (40 essais) pour la discrimination barre verticale
 vs barre horizontale pseudo-stéréopsie
 pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	25	63
2	25	63
3	30	75
4	22	55
5	25	63
6	21	53
7	21	53
8	21	53
9	30	75
10	22	55
11	24	60
12	28	70
13	27	68
14	29	73
15	29	73
16	35	88
17	32	80
18	30	75
19	30	75

Tableau 11

(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination barre verticale
vs barre horizontale pseudo-stéréopsie
pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	30	75
21	33	83
22	35	88
23	35	88
24	37	93
25	39	98
26	35	88
27	36	90
28	40	100
29	40	100

Tableau 12
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie sur-apprentissage
 pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	37	93
2	38	95
3	40	100
4	38	95
5	37	93
6	36	90
7	40	100
8	37	93
9	39	98
10	40	100
11	39	98
12	40	100
13	40	100
14	38	95
15	39	98
16	37	93
17	37	93
18	40	100
19	40	100

Tableau 12
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie sur-apprentissage
pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	38	95
21	37	93
22	40	100
23	40	100
24	40	100
25	39	98
26	40	100
27	40	100
28	39	98
29	40	100
30	40	100

Tableau 13
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
 des sessions (40 essais) pour la discrimination
 barre verticale vs barre horizontale stéréopsie
 pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	27	68
2	25	63
3	24	60
4	27	68
5	31	78
6	33	83
7	34	85
8	34	85
9	35	88
10	40	100
11	36	90
12	37	93
13	36	90
14	37	93

Tableau 14
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (20 essais) pour le test contrôle en
monoculaire gauche pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	8	40
2	11	55
3	8	40
4	10	50
5	10	50

Tableau 15
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (20 essais) pour le test contrôle en
monoculaire droit pour le sujet D1, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	9	45
2	9	45
3	9	45
4	11	55
5	10	50

Tableau 16
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D1, avec
section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	34	85
2	31	78
3	35	88
4	36	90
5	38	95

Tableau 17
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pour le sujet D1, avec
section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	40	100

Tableau 18
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie pour le sujet D1,
avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	38	95
2	40	100

Tableau 19
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale stéréopsie pour le sujet D1,
 avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	26	65
2	25	63
3	22	55
4	23	58
5	22	55
6	21	53
7	25	63
8	25	63
9	24	60
10	25	63
11	22	55
12	25	63
13	23	58
14	29	73
15	24	60
16	26	65
17	22	55
18	22	55
19	24	60

Tableau 19
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale stéréopsie pour le sujet D1,
avec une section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	15	38
21	26	65
22	28	70
23	27	68
24	27	68
25	28	70

Tableau 20
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	25	63
2	35	88
3	32	80
4	39	98
5	37	93
6	40	100

Tableau 21
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	20	50
2	34	85
3	40	100
4	31	78
5	37	93
6	38	95
7	40	100

Tableau 22
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
 barre horizontale pseudo-stéréopsie
 pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	29	73
2	24	60
3	26	65
4	29	73
5	33	83
6	30	75
7	35	88
9	36	90
10	35	88
11	36	90
12	37	93
13	40	100

Tableau 23
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
 pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	36	90
2	35	88
3	38	95
4	36	90
5	33	83
6	36	90
7	38	95
8	35	88
9	36	90
10	38	95
11	34	85
12	36	90
13	37	93
14	36	90
15	38	95
16	36	90
17	38	95
18	37	93
19	37	93

Tableau 23
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	38	95
21	39	98
22	36	90
23	38	95
24	38	95
25	37	95
26	38	95
27	38	95
28	37	93
29	37	93
30	37	93

Tableau 24
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
 des sessions (40 essais) pour la discrimination barre
 verticale vs barre horizontale stéréopsie
 pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	33	83
2	32	80
3	36	90
4	38	35
5	36	90
6	39	98
7	40	100

Tableau 25
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire droit
pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	10	50
2	12	60
3	11	55
4	11	55
5	7	35

Tableau 26
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire gauche
pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	10	50
2	10	50
3	9	45
4	11	55
5	8	40

Tableau 27
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D2, avec
section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	28	70
2	33	83
3	39	98

Tableau 28
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination barre
verticale vs barre horizontale pour le sujet D2,
avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	39	98
2	40	100

Tableau 29
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie pour le sujet D2,
avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	29	73
2	39	98

Tableau 30
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale stéréopsie pour le sujet D2,
 avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	24	60
2	23	58
3	26	65
4	23	58
5	19	48
6	20	50
7	24	60
8	24	60
9	23	58
10	24	60
11	25	63
12	23	58
13	22	55
14	25	63
15	21	53
16	18	45
17	20	50
18	21	53
19	27	68

Tableau 30
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale stéréopsie pour le sujet D2,
avec une section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	18	45
21	25	63
22	20	50
23	21	53
24	25	63
25	22	55

Tableau 31
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	23	58
2	30	75
3	37	93
4	40	100
5	40	100

Tableau 32
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	28	70
2	37	93
3	39	98
4	40	100

Tableau 33
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
 barre horizontale pseudo-stéréopsie
 pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	24	60
2	27	68
3	30	75
4	25	63
5	30	75
6	34	85
7	29	73
8	28	70
9	31	78
10	25	63
11	32	80
12	36	90
13	35	88
14	36	90
15	31	78
16	37	93
17	15	38
18	21	53
19	29	73

Tableau 33

(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale pseudo-stéréopsie
pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	31	78
21	36	90
22	36	90
23	39	98

Tableau 34
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
 pour le sujet D2, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	36	90
2	36	90
3	36	90
4	36	90
5	36	90
6	36	90
7	37	93
8	36	90
9	36	90
10	36	90
11	38	95
12	36	90
13	37	93
14	36	90
15	37	93
16	36	90
17	37	93
18	36	90
19	40	100

Tableau 34
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	40	100
21	40	100
22	40	100
23	39	98
24	40	100
25	40	100
26	39	98
27	37	93
28	37	93
29	39	98
30	40	100

Tableau 35
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale
 vs barre horizontale stéréopsie
 pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	24	60
2	25	63
3	32	80
4	31	78
5	31	78
6	23	58
7	27	68
8	32	80
9	29	73
10	28	70
11	29	73
12	31	78
13	31	78
14	30	75
15	30	75
16	30	75
17	36	90
18	31	78
19	30	75

Tableau 35
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale
vs barre horizontale stéréopsie
pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	34	85
21	31	78
22	38	95
23	37	93
24	36	90

Tableau 36
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire droit
pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	8	40
2	10	50
3	10	50
4	10	50
5	10	50

Tableau 37
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire gauche
pour le sujet D3, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	9	45
2	9	45
3	10	50
4	10	50
5	12	60

Tableau 38
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D3, avec
section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	34	85
2	38	95

Tableau 39
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale pour le sujet D3, avec
section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	40	100

Tableau 40
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie pour le sujet D3,
avec section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	35	88
2	40	100

Tableau 41
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale stéréopsie pour le sujet D3,
 avec section du chiasma optique

session	Nombre d'essais	Pourcentage
numéro	réussis	
1	19	48
2	21	53
3	20	50
4	24	60
5	18	45
6	25	63
7	26	65
8	27	68
9	25	63
10	25	63
11	23	58
12	24	60
13	21	53
14	23	58
15	22	55
16	19	48
17	20	50
18	22	55
19	22	55

Tableau 41

(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale stéréopsie pour le sujet D3,
avec une section du chiasma optique

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	25	63
21	27	68
22	26	65
23	27	68
24	29	73

Tableau 42
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	22	55
2	35	88
3	37	93
4	34	85
5	39	98
6	39	98
7	40	100

Tableau 43
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
barre verticale vs barre horizontale
pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	10	30
2	17	43
3	28	70
4	32	80
5	28	70
6	39	98
7	36	90
8	40	100

Tableau 44
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie
 pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	22	55
2	29	73
3	32	80
4	23	58
5	28	70
6	33	83
7	37	93
8	36	90

Tableau 45
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
 pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	36	90
2	36	90
3	35	88
4	35	88
5	39	98
6	40	100
7	40	100
8	37	93
9	39	98
10	36	90
11	40	100
12	40	100
13	38	95
14	38	95
15	40	100
16	38	95
17	39	98
18	38	95
19	37	93

Tableau 45
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	39	98
21	39	98
22	40	100
23	40	100
24	40	100
25	40	100
26	39	98
27	40	100
28	40	100
29	39	98
30	37	93

Tableau 46
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale
 vs barre horizontale stéréopsie,
 pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	29	73
2	28	70
3	26	65
4	29	73
5	29	73
6	27	68
7	28	70
8	28	70
9	29	73
10	29	73
11	30	75
12	27	68
13	31	78
14	31	78
15	30	75
16	28	70
17	30	75
18	28	70
19	30	75

Tableau 46
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale stéréopsie,
pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	33	83
21	36	90
22	36	90
23	36	90
24	37	93
25	35	88
26	36	90
27	39	98
28	37	93

Tableau 47
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire droit
pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	9	45
2	11	55
3	11	55
4	11	55
5	11	55

Tableau 48
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour le test contrôle en monoculaire gauche
pour le sujet D4, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	10	50
2	10	50
3	10	50
4	10	50
5	11	55

Tableau 49
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D4, avec
section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	21	53
2	35	88
3	36	90

Tableau 50
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale pour le sujet D4, avec
section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	40	100

Tableau 51
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie pour le sujet D4,
avec section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	35	88
2	38	95

Tableau 52
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale stéréopsie pour le sujet D4, avec
 section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	20	50
2	26	65
3	30	75
4	28	70
5	29	73
6	29	73
7	31	78
8	30	75
9	27	68
10	36	90
11	37	93

Tableau 53
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	17	43
2	33	83
3	38	95
4	39	98
5	40	100

Tableau 54
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
barre verticale vs barre horizontale
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	27	68
2	25	63
3	33	83
4	39	98
5	40	100

Tableau 55
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	21	53
2	26	65
3	27	68
4	30	75
5	36	90
6	36	90
7	38	95

Tableau 56
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
 pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	36	90
2	34	85
3	37	93
4	38	95
5	40	100
6	37	93
7	39	98
8	39	98
9	39	98
10	37	93
11	39	98
12	40	100
13	39	98
14	39	98
15	40	100
16	40	100
17	36	90
18	38	95
19	40	100

Tableau 56
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage,
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	40	100
21	40	100
22	40	100
23	40	100
24	40	100
25	40	100
26	39	98
27	39	98
28	40	100
29	39	98
30	40	100

Tableau 57
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
 des sessions (40 essais) pour la discrimination barre
 verticale vs barre horizontale stéréopsie
 pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	24	60
2	29	73
3	26	65
4	26	65
5	31	78
6	26	65
7	27	68
8	27	68
9	27	68
10	24	60
11	25	63
12	28	70
13	28	70
14	26	75
15	26	75
16	25	63
17	27	68
18	33	83
19	31	78

Tableau 57
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination barre
verticale vs barre horizontale stéréopsie
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	25	63
21	26	65
22	30	75
23	22	55
24	24	60
25	27	68
26	29	73
27	36	90
28	33	83
29	35	88
30	36	90

Tableau 58
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire gauche
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	10	50
2	10	50
3	10	50
4	11	55
5	10	50

Tableau 59
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(20 essais) pour le test contrôle en monoculaire droit
pour le sujet D5, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	13	65
2	12	60
3	12	60
4	15	75
5	13	65

Tableau 60
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D5, avec section
du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	22	55
2	36	90

Tableau 61
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
barre horizontale pour le sujet D5, avec section
du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	40	100

Tableau 62
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie pour le sujet D5,
avec section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	30	75
2	37	93

Tableau 63
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale stéréopsie pour le sujet D5, avec
 section du splénium du corps calleux

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	31	78
2	33	83
3	36	90
4	37	93
5	34	85
6	35	88
7	33	83
8	32	80
9	36	90
10	36	90

Tableau 64
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune
des sessions (40 essais) pour la discrimination
noir vs lumière pour le sujet D6, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	21	53
2	25	63
3	22	55
4	26	65
5	29	73
6	35	88
7	37	93
8	40	100

Tableau 65
Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pour le sujet D6, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	31	78
2	36	90
3	36	90
4	38	95

Tableau 66
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs
 barre horizontale pseudo-stéréopsie
 pour le sujet D6, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	23	58
2	20	50
3	21	53
4	25	63
5	27	68
6	33	83
7	29	73
8	31	78
9	33	83
10	33	83
11	38	95
12	38	95
13	38	95

Tableau 67
 Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
 (40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
 horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
 pour le sujet D6, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
1	40	100
2	39	98
3	40	100
4	40	100
5	37	93
6	38	95
7	39	98
8	40	100
9	40	100
10	37	93
11	40	100
12	39	98
13	40	100
14	40	100
15	40	100
16	39	98
17	38	95
18	40	100
19	39	98

Tableau 67
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage lors de chacune des sessions
(40 essais) pour la discrimination barre verticale vs barre
horizontale pseudo-stéréopsie, sur-apprentissage
pour le sujet D6, normal

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage
20	39	98
21	40	100
22	40	100
23	38	95
24	40	100
25	40	100
26	40	100
27	40	100
28	40	100
29	40	100
30	40	100

Appendice C

Résultats bruts : alignement oculaire

Tableau 68
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D1, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	6	6.4	6.3	6.23
		B)	12.15	12.35	11.25	11.9
		C)	11.7	11.8	11.7	11.73
	Milieu	A)	3	3.2	3.15	3.1
		B)	6	6.2	5.6	5.93
		C)	5.85	5.9	5.85	5.86
	correction	A)	1.7	1.55	1.6	1.6
		B)	1.6	1.4	1.75	1.58
		C)	1.4	1.5	1.4	1.43
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	7.2	7.4	7.1	7.23
		B)	10	10.55	10.05	10.2
		C)	9.8	9.8	10	9.86
	Milieu	A)	3.6	3.7	3.55	3.6
		B)	5	5.3	5.02	5.1
		C)	4.9	4.9	5	4.93
	correction	A)	2.95	2.80	2.80	2.85
	Dev.	B)	4	4.25	3.9	4.05
		C)	3.6	3.6	3.7	3.63
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A)	2.85	1.45	X Ailes du nez: 4.1		
	B)	4.05	1.23			
	C)	3.63	1.24	X DEV. REELLE : 1.30		

Tableau 69
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour le sujet D1,
avec section du chiasma optique

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	14.3	14.3	14.3	14.3
		B)	12.25	12.4	12.55	12.4
		C)	12.65	12.4	12.8	12.6
	Milieu	A)	7.15	7.15	7.15	7.15
		B)	6.12	6.2	6.3	6.2
		C)	6.3	6.2	6.4	6.3
	correction	A)	0	0	0	0
		B)	1.6	1.05	1.45	1.36
		C)	2.2	2.3	2.2	2.2
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	13.75	14	14.55	14.1
		B)	11.8	11.90	11.95	11.88
		C)	12.6	12.65	12.90	12.7
	Milieu	A)	6.9	7	7.3	7
		B)	5.9	5.95	6	5.95
		C)	6.3	6.3	6.45	6.35
	correction	A)	3.9	3.5	3.7	3.7
	Dev.	B)	4.4	3.2	4.15	3.9
		C)	4	3.7	4.2	3.9
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A)	3.7	1.83	X Ailes du nez: 4.1		
	B)	3.9	1.74			
	C)	3.9	1.77	X DEV. REELLE : 1.78		

Tableau 70
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour le sujet D1,
avec le cerveau divisé (split brain)

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	13.2	13.2	13.2	13.2
		B)	13	14	12	13
		C)	9.8	9.75	9.85	9.8
	Milieu	A)	6.6	6.6	6.6	6.6
		B)	6.5	7	6	6.5
		C)	4.9	4.85	4.9	4.88
	correction	A)	1.15	1.1	1.2	1.3
		B)	1.3	1.4	1.2	1.3
		C)	.95	.95	.95	.95
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	12.4	12.2	12.6	12.4
		B)	12.4	12.4	12.4	12.4
		C)	9.3	9.3	9.3	9.3
	Milieu	A)	6.2	6.1	6.3	6.2
		B)	6.2	6.2	6.2	6.2
		C)	4.65	4.65	4.65	4.65
	correction	A)	2.65	2.6	2.7	2.65
	Dev.	B)	3	3	3	3
		C)	2.45	2.45	2.45	2.45
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A) 2.65	1.81	X Ailes du nez: 4.1			
	B) 3	2.08				
	C) 2.45	1.76	X DEV. REELLE : 1.88			

Tableau 71
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D2, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	4.3	4.35	4.55	4.4
		B)	6.7	6.85	6.6	6.71
		C)	6.2	6.35	6.35	6.3
	Milieu	A)	2.15	2.2	2.3	2.21
		B)	3.35	3.4	3.3	3.35
		C)	3.1	3.2	3.2	3.16
	correction	A)	.95	1.1	1.2	1.08
		B)	0	0	0	0
		C)	0	0	0	0
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	3.5	3.65	3.6	3.58
		B)	5.7	5.4	5.6	5.56
		C)	5	5.1	5.1	5.06
	Milieu	A)	1.75	1.8	1.8	1.78
		B)	2.85	2.7	2.8	2.78
		C)	2.5	2.55	2.55	2.53
	correction	A)	2.65	2.55	3	2.73
	Dev.	B)	2.85	2.70	2.8	2.78
		C)	2.75	2.55	2.55	2.616
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A) 2.73	1.22	X Ailes du nez: 4.3			
	B) 2.78	1.275				
	C) 2.616	1.20	X DEV. REELLE : 1.23			

Tableau 72
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour le sujet D2,
avec section du chiasma optique

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	20.4	19.7	20.6	20.26
		B)	11.7	12.4	12.45	12.18
		C)	14.7	14.8	14.2	14.56
	Milieu	A)	10.25	9.8	10.3	10.11
		B)	5.85	6.2	6.2	6.08
		C)	7.35	7.4	7.1	7.28
	correction	A)	4.1	3.3	3.4	3.6
		B)	2	3	2.55	2.51
		C)	2.2	1.8	1.9	1.96
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	20.25	20.4	20.15	20.26
		B)	11.35	11.95	11.75	11.68
		C)	14.25	14.35	14.25	14.28
	Milieu	A)	10.1	10.2	10.1	10.13
		B)	5.65	5.95	5.9	5.83
		C)	7.1	7.15	7.1	7.11
	correction	A)	7	6.55	6.5	6.68
	Dev.	B)	4.4	5.2	5.15	4.91
		C)	4.05	3.8	4.05	3.96
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A)	6.68	1.85	X Ailes du nez: 4.3		
	B)	4.91	2.14			
	C)	3.96	1.65	X DEV. REELLE : 1.88		

Tableau 73
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D3, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	8.8	8.9	8.7	8.8
		B)	6.7	6.7	6.8	6.73
		C)	10.3	10.3	10.3	10.3
	Milieu	A)	4.4	4.45	4.35	4.4
		B)	3.35	3.35	3.4	3.36
		C)	5.15	5.15	5.15	5.15
	correction	A)	.04	.05	0	.03
		B)	1.1	1.1	1	1.06
		C)	.06	.06	.06	.06
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	8	7.9	8	7.96
		B)	6.9	7	6.9	6.96
		C)	10.4	10.4	10.4	10.4
	Milieu	A)	4	3.95	4	3.98
		B)	3.45	3.5	3.45	3.46
		C)	5.2	5.2	5.2	5.2
	correction	A)	3.94	4	3.95	3.96
		B)	4.3	4.35	4.3	4.31
		C)	4.56	4.56	4.56	4.5
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u> <u>Réel</u>					
	A)	3.96	2.06	X Ailes du nez: 4.3		
	B)	4.31	2.06			
	C)	4.56	1.63	X DEV. REELLE: 1.91		

Tableau 74
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour le sujet D3,
avec section du chiasma optique

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	21.1	21.3	21.2	21.2
		B)	21.35	21.7	21.55	21.53
		C)	18.65	18.6	18.65	18.64
	Milieu	A)	10.55	10.65	10.6	10.6
		B)	10.65	10.85	10.8	10.76
		C)	9.3	9.3	9.3	9.3
	correction	A)	1.15	1	1.05	1.06
		B)	3	2.80	2.9	2.9
		C)	0	.06	0	.06
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	20.25	20.25	20.15	20.21
		B)	21.2	21.4	21.5	21.36
		C)	17.75	17.9	18	17.88
	Milieu	A)	10.1	10.1	10.1	10.1
		B)	10.6	10.7	10.75	10.68
		C)	8.85	8.95	9	8.93
	correction	A)	3.6	3.7	3.55	3.61
		B)	3.75	4.1	4.1	3.98
		C)	3.85	3.06	3.7	3.53
<u>RATIO</u>	<u>Photo Réel</u>					
	A) <u>3.61</u> <u>1.69</u>		X Ailes du nez: 4.3			
	B) <u>3.98</u> <u>1.42</u>					
	C) <u>3.53</u> <u>1.58</u>		X DEV. REELLE : 1.56			

Tableau 75
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour le sujet D3,
avec le cerveau divisé (split brain)

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	11	10	12	11
		B)	11.45	11.35	11.55	11.45
		C)	9.75	9.85	9.65	9.75
	Milieu	A)	5.5	5	6	5.5
		B)	5.75	5.65	5.85	5.75
		C)	4.9	4.9	4.9	4.9
	correction	A)	1.25	1.15	1.35	1.25
		B)	.8	.7	.9	.8
		C)	.6	.7	.5	.6
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	10.55	10.45	10.65	10.55
		B)	10.4	10.4	10.4	10.4
		C)	9.25	9.25	9.25	9.25
	Milieu	A)	5.3	5.2	5.4	5.3
		B)	5.2	5.2	5.2	5.2
		C)	4.6	4.6	4.6	4.6
	correction	A)	2.45	2.35	2.55	2.45
	Dev.	B)	2.5	2.5	2.5	2.5
		C)	1.9	2	1.8	1.9
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A) <u>2.45</u>	<u>1.65</u>	X Ailes du nez: 4.3			
	B) <u>2.5</u>	<u>1.58</u>				
	C) <u>1.9</u>	<u>1.32</u>	X DEV. REELLE : 1.51			

Tableau 76
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D4, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	6.5	6.5	6.3	6.43
		B)	10.95	10.95	10.95	10.95
		C)	10.95	10.95	10.95	10.95
	Milieu	A)	3.25	3.25	3.15	3.21
		B)	5.45	5.45	5.45	5.45
		C)	5.45	5.45	5.45	5.45
	correction	A)	1.7	1.9	1.5	1.7
		B)	2	2	2	2
		C)	2	2	2	2
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	6.25	6.25	6.1	6.2
		B)	10.65	10.65	10.6	10.63
		C)	10.9	10.95	10.9	10.91
	Milieu	A)	3.1	3.1	3.05	3.08
		B)	5.3	5.3	5.3	5.3
		C)	5.45	5.45	5.45	5.45
	correction	A)	3.1	3.5	2.85	3.15
		Dev.	B)	4.65	4.65	4.65
		C)	4.45	4.45	4.45	4.45
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A) 3.15	1.76	X Ailes du nez: 4.25			
	B) 4.65	1.80				
	C) 4.45	1.74	X DEV. REELLE : 1.7			

Tableau 77
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D4, avec section du splénium du corps calleux

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	6.6	7.7	7.4	7.23
		B)	9	9.2	9.1	9.1
		C)	8.6	8.6	8.4	8.53
	Milieu	A)	3.3	3.85	3.7	3.61
		B)	4.5	4.6	4.55	4.55
		C)	4.3	4.3	4.2	4.26
	correction	A)	2.1	2.65	2	2.25
		B)	1.35	2.3	1.5	1.71
		C)	1.9	2.6	1.85	2.11
	Pupille	A)	8.55	8.6	8.6	8.58
		B)	8.6	8.6	8.25	8.48
		C)	7.8	8.2	8.3	8.1
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Milieu	A)	4.25	4.3	4.3	4.28
		B)	4.3	4.3	4.1	4.23
		C)	3.9	4.1	4.15	4.05
	correction	A)	4.55	4.35	4.5	4.46
		B)	3.35	4.15	3.1	3.53
		C)	3.9	4.75	3.55	4.06
	Dev.	A)	4.46	2.06		
		B)	3.53	1.65		
		C)	4.06	1.917		
	Photo Réel	A)	4.46	2.06		
		B)	3.53	1.65		
		C)	4.06	1.917		
<u>RATIO</u>	X Ailes du nez: 4.25					
	X DEV. REELLE: 1.87					

Tableau 78
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour
le sujet D4, avec le cerveau divisé (split brain)

		1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	7.3	7.3	7.3
		B)	8.55	8.45	8.55
		C)	6.7	6.6	6.8
	Milieu	A)	3.65	3.65	3.65
		B)	4.25	4.2	4.3
		C)	3.35	3.3	3.4
	correction	A)	1	1	1
		B)	.95	.90	1
		C)	1.15	1.1	1.2
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	9.5	9.4	9.6
		B)	10.5	10.5	10.5
		C)	9.1	9	9.2
	Milieu	A)	4.75	4.7	4.8
		B)	5.25	5.25	5.25
		C)	4.55	4.5	4.6
	correction	A)	2.75	2.70	2.8
	Dev.	B)	2.9	2.9	2.9
		C)	2.9	2.85	2.95
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>			
	A) 2.75	1.79	X Ailes du nez: 4.25		
	B) 2.9	1.92			
	C) 2.9	1.95	X DEV. REELLE : 1.88		

Tableau 79
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D5, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	4.55	4.35	4.5	4.46
		B)	4.65	5	4.8	4.81
		C)	4.5	4.2	4.3	4.3
	Milieu	A)	2.25	2.2	2.25	2.23
		B)	2.3	2.5	2.4	2.4
		C)	2.25	2.1	2.15	2.16
	correction	A)	1.1	1.3	1.1	1.16
		B)	1.05	.70	.95	.9
		C)	.65	.40	.55	.53
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	4.55	4.2	4.1	4.28
		B)	4.65	4.6	4.7	4.65
		C)	4.05	4.1	4	4.05
	Milieu	A)	2.25	2.1	2.05	2.13
		B)	2.3	2.3	2.35	2.31
		C)	2	2.05	2	2.01
	correction	A)	2.5	2.75	2.15	2.46
		B)	2.35	2	2.2	2.18
		C)	2.3	2.2	2.25	2.25
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A)	2.46	1.26		X Ailes du nez: 4.8	
	B)	2.18	1.08			
	C)	2.25	1.116		X DEV. REELLE : 1.152	

Tableau 80
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D5, avec section du splénium du corps calleux

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	2.45	2.5	2.45	2.46
		B)	3.3	2.8	3	3.03
		C)	2.45	2.8	3.85	3.03
	Milieu	A)	1.2	1.25	1.2	1.21
		B)	1.65	1.4	1.7	1.58
		C)	1.2	1.4	1.5	1.36
	correction	A)	.9	.7	.8	.8
		B)	.05	.40	.45	.18
		C)	.9	.9	1.1	.96
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	2.85	2.4	3.1	2.78
		B)	2.45	2.70	2.5	2.75
		C)	2.9	2.9	3.6	3.13
	Milieu	A)	1.4	1.2	1.55	1.38
		B)	1.2	1.35	1.25	1.26
		C)	1.45	1.45	1.8	1.56
	correction	A)	2.9	2.6	2.95	2.81
	Dev.	B)	3.15	3.5	3.45	3.36
		C)	3.05	3.2	3.45	3.23
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>	<u>Réel</u>				
	A)	2.81	1.27	X Ailes du nez: 4.8		
	B)	3.36	1.53			
	C)	3.23	1.48	X DEV. REELLE : 1.42		

Tableau 81
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire pour
le sujet D5, avec le cerveau divisé (split brain)

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u> <u>CENTRAL</u>	Pupille	A)	5.6	5.7	5.8	5.6
		B)	4.55	4.55	4.55	4.55
		C)	4.3	4.3	4.3	4.3
	Milieu	A)	2.8	2.85	2.9	2.85
		B)	2.3	2.3	2.3	2.3
		C)	2.15	2.15	2.15	2.15
	correction	A)	.8	.9	.75	.8
		B)	0	0	0	0
		C)	0	0	0	0
<u>OEIL</u> <u>DEV.</u>	Pupille	A)	4.9	4.8	5	4.9
		B)	4.8	4.7	4.9	4.8
		C)	4.3	4.3	4.3	4.3
	Milieu	A)	2.45	2.55	2.4	2.45
		B)	2.4	2.5	2.3	2.4
		C)	2.15	2.15	2.15	2.15
	correction	A)	2.1	2.3	1.9	2.1
		B)	2.4	2.5	2.3	2.4
		C)	2.15	2.15	2.15	2.15
<u>RATIO</u>	<u>Photo</u>					
	<u>Réel</u>					
	A) 2.1	1.57	X Ailes du nez: 4.8			
	B) 2.4	1.75				
	C) 2.15	1.54	X DEV. REELLE: 1.62			

Tableau 82
Données brutes du calcul de l'alignement oculaire
pour le sujet D6, normal

			1e	2e	3e	X
<u>OEIL</u>	Pupille	A)	6.85	7.40	7.1	7.15
		B)	7.4	7.2	7.3	7.3
		C)	7.2	7.6	7.5	7.43
	Milieu	A)	3.45	3.7	3.55	3.56
		B)	3.7	3.6	3.65	3.65
		C)	3.6	3.8	3.75	3.71
	correction	A)	1.7	1.85	1.6	1.71
		B)	1.1	1.5	1.05	1.21
		C)	1.45	1.75	1.75	1.65
<u>OEIL</u>	Pupille	A)	7.2	7.4	7	7.2
		B)	7.9	8	8	7.96
		C)	7.05	7.45	7.5	7.33
	Milieu	A)	3.6	3.7	3.5	3.6
		B)	3.95	4	4	3.98
		C)	3.5	3.7	3.75	3.65
	correction	A)	3.65	3.75	3.5	3.63
		B)	2.1	2.95	2.2	2.41
		C)	3.6	3.6	3.75	3.65
<u>RATIO</u>	Photo	Réel				
	A)	3.63	1.59			X Ailes du nez: 4.7
	B)	2.41	1.04			
	C)	3.65	1.5			X DEV. REELLE : 1.37

Appendice D

Résultats bruts : périmétrie

Tableau 83
 Nombre d'essais réussis en périmétrie
 (10 essais pour chaque degré)
 pour le sujet D1, normal

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	9	0	8
-4	10	0	10
-3	10	4	10
-2	10	10	10
-1	10	10	10
+1	10	10	10
+2	10	10	10
+3	10	10	4
+4	9	8	2
+5	5	8	0

Tableau 84
 Nombre d'essais réussis en périmétrie (10 essais pour
 chaque degré) pour le sujet D1, avec section
 du chiasma optique

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	0	0	0
-4	2	0	4
-3	6	0	6
-2	8	0	10
-1	10	8	10
+1	10	10	10
+2	8	8	5
+3	10	10	0
+4	5	2	0
+5	0	0	0

Tableau 85
 Nombre d'essais réussis en périmétrie
 (10 essais pour chaque degré)
 pour le sujet D2, normal

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	10	0	6
-4	8	0	8
-3	9	3	10
-2	10	8	10
-1	10	10	10
+1	10	10	10
+2	9	10	10
+3	10	10	6
+4	10	9	4
+5	10	6	0

Tableau 86
 Nombre d'essais réussis en périmétrie (10 essais pour
 chaque degré) pour le sujet D2, avec
 section du chiasma optique

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	0	0	0
-4	5	0	2
-3	5	0	5
-2	10	8	10
-1	10	10	10
+1	8	10	8
+2	5	8	0
+3	2	5	0
+4	0	2	0
+5	0	0	0

Tableau 87
 Nombre d'essais réussis en périmétrie
 (10 essais pour chaque degré)
 pour le sujet D3, normal

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	10	0	8
-4	10	8	0
-3	10	10	2
-2	10	10	10
-1	10	10	10
+1	10	10	10
+2	10	10	10
+3	10	2	10
+4	10	0	10
+5	10	0	8

Tableau 88
 Nombre d'essais réussis en périmétrie (10 essais pour
 chaque degré) pour le sujet D3, avec
 section du chiasma optique

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	0	0	0
-4	2	0	2
-3	6	0	4
-2	8	0	9
-1	10	8	10
+1	10	10	10
+2	10	10	0
+3	5	6	0
+4	0	2	0
+5	0	0	0

Tableau 89
 Nombre d'essais réussis en périmétrie
 (10 essais pour chaque degré)
 pour le sujet D4, normal

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	10	0	10
-4	10	0	10
-3	10	0	10
-2	10	4	10
-1	10	10	10
+1	10	10	10
+2	10	10	6
+3	10	10	2
+4	10	10	0
+5	10	10	0

Tableau 90
 Nombre d'essais réussis en périmétrie (10 essais pour
 chaque degré) pour le sujet D4, avec lésion du
 splénium du corps calleux

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	9	0	8
-4	10	0	10
-3	9	0	10
-2	10	5	10
-1	10	9	10
+1	10	10	8
+2	10	10	2
+3	10	10	0
+4	10	10	0
+5	10	8	0

Tableau 91
 Nombre d'essais réussis en périmétrie
 (10 essais pour chaque degré)
 pour le sujet D5, normal

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	10	0	10
-4	10	0	6
-3	10	0	8
-2	10	6	10
-1	10	10	10
+1	10	10	10
+2	10	10	10
+3	10	8	0
+4	10	10	0
+5	10	8	0

Tableau 92
 Nombre d'essais réussis en périmétrie (10 essais pour
 chaque degré) pour le sujet D5, avec lésion du
 splénium du corps calleux

Degré	vision binoculaire	vision monoculaire droit	vision monoculaire gauche
-5	6	0	6
-4	10	0	10
-3	10	0	8
-2	8	5	10
-1	10	10	10
+1	10	10	8
+2	10	10	5
+3	10	8	0
+4	6	8	0
+5	6	8	0

Remerciements

L'auteur tient à témoigner sa reconnaissance à son directeur de mémoire, Monsieur Maurice Ptito, Ph.D., professeur titulaire, à qui il est redevable d'une assistance constante et éclairée. L'auteur désire également remercier l'équipe chirurgicale dirigée par Monsieur Maurice Ptito, Ph.D., et Monsieur Franco Lepore, Ph.D., ainsi que Madame Rolande Caron Benoit. Ses remerciements vont aussi au groupe de recherche en neuropsychologie de l'université du Québec à Trois-Rivières pour l'aide apportée durant l'expérimentation. Sa gratitude va enfin à Madame Marie Caron pour son assistance lors du conditionnement des animaux et son travail constant et consciencieux.

Références

- BARLOW, HB. , Blakemore, C. , Pettigrew J.D. (1967) . The neuronal mechanisms of binocular depth discrimination. Journal of Physiology Lond., 193, 327-342.
- BERLUCCHI, G. (1972). Anatomical and physiological aspects of visual fonctions of corpus callosum. Brain Research, 37, 371-392.
- BERLUCCHI, G. (1983). Two hemispheres but one brain. Behavioral and Brain Sciences, 22, 201-208.
- BERLUCCHI, G. , Rizzolatti, G. (1968) . Binocularly driven neurons in visual cortex of split-chiasm cats. Science, 308-310.
- BISHOP, P.O. (1980) . Binocular vision. In Moses RA (ed). "Adler's physiology of the eye". St. Louis, Mosby, p. 575-649.
- BISHOP, P.O. (1970) . Seeing with two eyes. Aust. J. Science, 32, 383-391.
- BISHOP, P.O., Henry, G.H., Smith, C.J. (1971) . Binocular interaction fields of single units in the cat striate cortex. Journal of Physiology, 216, 39-68.
- BLAKE, C. (1970) . Binocular depth perception and the optic chiasm. Vision Research, 10, 43-47.
- BLAKE, R., Hirsh, H.V.B. (1975) . Deficits in binocular depth perception after alternating monocular deprivation. Science, 190, 1114-1116.
- BOUGH, E.W. (1970) . Stereoscopic vision in the macaque monkey: A behavioral demonstration. Nature, 225, 42.
- DAY, R.H. (1976) . La perception. Montréal : Les Editions HRW Ltée.
- DELORME, A. (1982) . Psychologie de la perception. Montréal : Editions Etudes Vivantes. p.105-159.
- DUPLESSIS, H. (1980) . La vision stéréoscopique chez le chat chiasmatomisé et callosotomisé. Thèse de licence inédite, Université du Québec à Trois-Rivières.

- ELBERGER, A.J. (1982). The functional role of the corpus callosum in the developing visual system: a review. Prog. Neurobiol. 18, 15-79
- ELBERGER, A.J. (1979). The role of the corpus callosum in the development of interocular eye alignment and organization of the visual field in the cat. Experimental Brain Research, 36, 71-85.
- GELLERMAN, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. Journal Genet. Psychology, 42, 207-208.
- HUBEL, D.H., Wiesel, T.N. (1973). A reexamination of stereoscopic mechanisms in the cat. Journal of Physiology, 232, 290-309.
- INNOCENTI, G.M. (1980). The primary visual pathway through the corpus callosum: morphological and functional aspects in the cat. Arch. Ital. Biol. 118, 124-188.
- JOSHUA, D.E. Bishop, P.O. (1970). Binocular single vision and depth discrimination. Experimental Brain Research, 10, 389-416.
- JULESZ, B. (1960). Binocular depth perception of computer generated patterns. Bell. Syst. Techn. J., 39, 1125-1162.
- JULESZ, B. (1964). Binocular depth perception without familiarity cues. Science, 145, 356-362.
- JULESZ, B. (1971). Foundations of Cyclopean Perception. Chicago, University of Chicago Press.
- LASSONDE, M., Ptito, M., Bogen, J-E., Geoffroy, G. (1982). Contribution of corpus callosum to depth perception. The INS Bulletin, 26
- LEPORE, F., Guillemot J.P. (1982). Visual receptive field properties of cells innervated through the corpus callosum in the cat. Experimental Brain Research, 46, 413, 424.
- LEPORE, F., Ptito, M., Lassonde, M. (sous presse). Stereopsis in cats following chiasmectomy and/or callosotomy. Experimental Brain Res.

- LEPORE, F., Samson, A., Molotchnikoff, S. (1983). Effects on binocular interaction of cells in visual cortex of the cat following the transection of the optic tract. Experimental Brain Research, 50, 392-396.
- LEPORE, F., Ptito, M., Cardu, B., Dumont, M. (1973). Effect of colliculectomy and striatectomy on achromatic differential thresholds in the monkey. Physiological Behavior, 16, 285-291.
- LEPORE, F., Ptito, M., Provencal, C., Guillemot, J-P. (1985) Le transfert interhémisphérique d'apprentissages visuels chez le chat à cerveau divisé: effets de la situation expérimentale. Revue Canadienne de Psychologie, 39, 3 : 48-60.
- LEPORE, F., Ptito, M., Guillemot, J-P., Sanson, A., Richer, L., Prevost, L., Provencal, C. (sous presse). Le rôle du corps calleux et des autres commissures néocorticales dans le transfert de l'information sensorielle. Union médical du Canada.
- MINCIACCHI, D., Antonini, A. (1984). Binocularity in the visual cortex of the adulte cat does not depend on the integrity of the corpus callosum. Behavior Brain Research, 13, 183-192.
- MITCHELL, D.E., Blakemore, C. (1970). Binocular depth perception and the corpus callosum. Vision Research, 10, 49-54.
- MITCHELL, D.E., Timney, B. (1982). Behavioral measurement of normal and abnormal development of vision in the cat. In Ingle D.J. Goodale M.A., Mansfield J.W. (eds). Analysis of visual behavior. Cambridge, The MIT Press, p. 483-523.
- MYERS, R.E. (1956). Function of the corpus callosum in interocular transfer. Brain, 118, 358-363.
- OLSON, C.R., Freeman, R.D. (1978). Development of eye alignment in cats. Nature, 271, 446-447.
- PAYNE, B.R. Elberger, A.J., Berman, N., Murphy, E.H. (1980). Binocularity in the cat visual cortex is reduced by sectioning the corpus callosum. Science, 207, 1097-1099.

- POGGIO, G.F., Poggio, T. (1984). The analysis of stereopsis. Annual Review of Neuroscience, 7, 379-412.
- PTITO, M., Lepore, F. (1983). Effects of unilateral and bilateral lesions of the lateral suprasylvian area on learning and interhemispheric transfer of pattern discrimination in the cat. Behavior Brain Research, 7, 211-227.
- PTITO, M., Lepore, F. (1983). Interocular transfer in cats with early callosal transection. Nature, 301, 513-515.
- PTITO, M., Lepore, F., Lassonde, M., Miceli, D. (1982). Effects of selective lesions of visual cortical areas on pattern discrimination in the split-brain cat. Neuroscience Lett., 10, 395.
- PTITO, M., Lepore, F., Lassonde, M., Dion, C., Miceli, D. (sous presse). Neural mechanisms for stereopsis in cats. Dans : Lepore, F., Ptito, M., Jasper, H.H. (Ed.) : Two hemispheres, one brain. Alan Liss, New York. (1985).
- SHERMAN, S.M. (1972). Development of interocular alignment in cats. Brain Research, 37, 187-203.
- SHERMAN, S.M. (1971). Role of visual cortex in interocular transfer in the cat. Exp. Neurological, 30, 34-45.
- SINGER, W. (1982). Central core control of development plasticity in the kitten visual cortex I. Experimental Brain Research, 47, 209-222.
- SPERRY, R.W. (1961). Cerebral organization and behavior. Science, 133, 1749-1757.